

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСІЛКИ
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»**

Навчально-науковий інститут заочно-дистанційного навчання

Кафедра економічної кібернетики, бізнес-економіки та інформаційних систем

Форма навчання заочна

Допускається до захисту

Завідувач кафедри д.е.н., професор

Рогоза М. Є. _____

«_____» _____ р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

«Моделювання аналізу та оцінки діяльності економічного об'єкту»

зі спеціальності 051 Економіка

освітньої програми «Економічна кібернетика»

Виконавець роботи Вітковська Ірина Володимирівна

(підпис, дата)

Науковий керівник к. ф. – м. н., професор

Ємець Єлизавета Михайлівна

(підпис, дата)

Полтава 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ.....	5
1.1. Загальні принципи застосування економіко-статистичних методів в наукових дослідженнях.....	5
1.2. Принципи застосування економіко-статистичних методів	14
1.3. Ефективність застосування економіко-статистичних методів на підприємстві.....	17
Висновки до розділу 1	21
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	22
2.1. Організаційна характеристика приватного акціонерного товариства "Діанівська птахофабрика"	22
2.2. Фінансово-економічна характеристика підприємства	25
Висновки до розділу 2	45
РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	46
3.1. Виробнича функція Кобба-Дугласа	46
3.2. Параметри множинної лінійної регресії	47
3.3. Коефіцієнт детермінації	52
3.4. Оцінка адекватності множинної лінійної регресії.....	53
3.5. Прогнозовані значення показника та точковий прогноз	55
3.6. Коефіцієнти ефективності виробничої функції Кобба-Дугласа	57
3.7. Ізокванта.....	61
3.8. Інструкція по роботі з програмою. Опис та тестування програми	65
Висновки до розділу 3	74
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ.....	79

ВСТУП

Актуальність теми. Оптимізація роботи підприємства, виявлення проблем які перешкоджають вдосконаленню робочого процесу відіграє важливу роль у різних областях народного господарства.

В роботі розглянуто основні поняття економіко-статистичних методів аналізу діяльності підприємства та способи їх застосування, основні групи характеристик, які визначають якість функціонування підприємства, якість самого процесу застосування економіко-статистичних методів та формування компетентності і професіоналізму деяких працівників підприємства.

Проаналізовано чинники, які впливають на якість роботи, а саме застосування новітніх інформаційних технологій, та впровадження програм які спрощують роботу на певних секторах.

Важливим фактором у побудові системи якості роботи підприємства є застосування новітніх технологій та методів економіко – статистичного аналізу.

Проблемам економіко – статистичного аналізу приділяють увагу багато вітчизняних та зарубіжних вчених [1-13, 15-20].

Мета роботи – застосування економіко-статистичних методів для удосконалення діяльності економічного об'єкту.

Мета конкретизується в *завданнях*:

1. розглянути загальні принципи застосування економіко-статистичних методів;
2. ознайомитися з основними поняттями та означеннями економіко-математичного моделювання;
3. проаналізувати організаційно – економічну характеристику діяльності приватного акціонерного товариства «Діанівська птахофабрика»;
4. проаналізувати обсяг виробництва та системи їх планування;
5. дослідити моделювання розвитку економічного об'єкту на основі регресійного аналізу;
6. розглянути теоретичні відомості з регресійного аналізу, що стосуються

виробничої функції Кобба-Дугласа;

7. створити програмний продукт який можна застосовувати для економічного аналізу.

Об'єкт дослідження – діяльність економічного об'єкту.

Предмет дослідження – економіко-статистичні підходи комплексного управління соціальними і економічними процесами підприємства.

Методи дослідження:

– економіко-статистичний аналіз – це розробка методики, заснованої на використанні традиційних статистичних і математико-статистичних методів з метою контролю за адекватним відображенням явищ та процесів, що досліджуються.

– динамічний ряд (ряд динаміки) – це послідовність значень показника, який характеризує зміну того чи іншого соціально-економічного явища в часі.

– методи факторного аналізу. Одним з найважливіших методологічних питань в аналізі господарської діяльності є визначення величини впливу окремих факторів на приріст результативного показника.

– методи прогнозування та оптимізації. Для того щоб передбачити майбутнє, необхідно добре знати минуле і властиві йому закономірності. Інформаційною базою для аналізу закономірностей розвитку і прогнозування слугують динамічні (часові) ряди.

Структура роботи: магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Список використаних джерел містить 20 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ

1.1. Загальні принципи застосування економіко-статистичних методів в наукових дослідженнях

Аналіз –це метод наукового дослідження об'єкта шляхом розгляду його складових частин та окремих сторін.

Економіко-статистичний аналіз – це розробка методики, заснованої на використанні традиційних статистичних і математико-статистичних методів з метою контролю за адекватним відображенням явищ та процесів, що досліджуються. Статистичний аналіз даних відбувається у нерозривному зв'язку теоретичного, якісного аналізу і відповідно кількісного інструментарію засвоєння їх структури, зв'язків і динаміки. Економіко-статистичний аналіз повинен враховувати наступні принципи, які враховують їх економічну та статистичну градацію [1].

Економічними принципами є:

- врахування специфіки об'єкта, який вивчається;
- відповідність економічним законам;
- орієнтація на кінцеві економічні результати;
- адекватне відображення суті економічної політики сучасного етапу суспільно-економічного розвитку;

До статистичних принципів відносяться:

- максимальний ступінь аналітичності;
- чітко визначена ціль економіко-статистичного дослідження;
- відповідність систем по горизонталі та вертикалі;
- комплексність та повнота відображення об'єкта дослідження у статистичних показниках;

- логічний взаємозв'язок між показниками, які характеризують об'єкт чи явище.

Дотримання даних принципів поряд із застосуванням методології статистичного аналізу дозволяє здійснити науково-обґрунтоване економіко-статистичне дослідження суб'єктів економіки у відповідності з прийнятою міжнародною методологією обліку та статистики.

Згідно з принципами діалектичної логіки статистика розглядає соціально-економічне явище не ізольовано, а в його різноманітних зв'язках з іншими явищами та зовнішнім середовищем, виявляє фактори, що спричиняють зміни в цих явищах. Застосовується метод наукової абстракції. Він означає абстрагування наших уявлень про процеси, що вивчаються, від випадкового, перехідного, одиничного і виділення в них типового, стійкого.

Особливості статистичної методології пов'язані з точним вимірюванням і кількісним описуванням масових економічних явищ, з використанням узагальнюючих показників для характеристики об'єктивно існуючих закономірностей. Щоб визначити певний статистичний показник, слід врахувати велику кількість випадків і узагальнити ці дані. Тому статистичні показники називають узагальнюючими. Інформація про розміри, пропорції, зміни в часі, інші закономірності соціально-економічних явищ створюється, передається і зберігається у вигляді статистичних показників. З філософського погляду статистичний показник – це міра, що поєднує якісне і кількісне відображення певної властивості соціально-економічного явища чи процесу. Якісний зміст показника визначається суттю явища і виявляється у його назві: народжуваність, урожайність, прибутковість тощо. Кількісну сторону представляють число та його вимірник.

Показники різняться за своєю аналітичною функцією. Одні характеризують масштаби явищ, другі – структуру сукупності та збалансованість окремих її складових, треті – поширеність явищ чи інтенсивність їхнього розвитку. Масштаби, розміри соціально-економічних явищ характеризуються абсолютними величинами, кожна з яких має свою одиницю вимірювання: штуки, тонни, кіловати, людино-години, гривні тощо. Вибір одиниці вимірювання залежить від природи,

матеріального змісту явища, конкретних задач дослідження та практичної доцільності.

За наявності інформації щодо окремих складових об'єкта дослідження можна проаналізувати його структуру (склад за певною ознакою). Характеристиками структури слугують відносні величини – частки, які визначаються відношенням розмірів окремих складових об'єкта до загального підсумку і виражаються простим чи десятковим дробом або процентом. Наприклад, частка становить $\frac{1}{4}$, або 0,25, або 25% загального обсягу.

Інтенсивність поширення явищ визначається відношенням різнойменних абсолютних величин: у чисельнику – обсяги певного явища (кількість подій, фактів), у знаменнику – обсяг середовища, якому це явище (подія) властиве. При дослідженні масових явищ і процесів широко використовують середні величини: середня урожайність зернових, середня заробітна плата бухгалтерів тощо. Середнє значення відображає характерні (типові) розміри ознак соціально-економічних явищ в певних умовах простору і часу, розкриває їхні спільні закономірності [2, 3, 7].

Динамічний ряд (ряд динаміки) – це послідовність значень показника, який характеризує зміну того чи іншого соціально-економічного явища в часі. Числа послідовності Y_1, Y_2, \dots, Y_n називаються рівнями ряду. Залежно від статистичної природи показника Y_t його значення характеризують зміну явища за певний інтервал часу (за рік, квартал, місяць, декаду, добу, годину) або рівень явища на певний момент часу (на початок кварталу, на початок року тощо). Підрядковий індекс $t = 1, 2, 3, \dots, n$ вказує на порядковий номер того проміжку часу (моменту), до якого відноситься значення показника [5, 6].

У динамічних рядах важливу інформацію несе не лише значення окремих рівнів ряду, але і їхня послідовність. Саме характер послідовних змін значень Y_t відбиває особливості розвитку процесу за певний період. Під впливом безлічі факторів в одних рядах рівні протягом тривалого часу зростають або зменшуються з різною інтенсивністю, в інших зростання і зменшення Y_t чергуються з певною періодичністю. Окрім закономірних коливань рівнів, динамічним рядам властиві

також випадкові коливання, пов'язані з масовим процесом. Поєднання тенденції і коливань характерно для більшості динамічних процесів з більш-менш стабільними умовами розвитку в межах періоду. Тенденція зумовлена дією певного кола постійно діючих, специфічних для кожного процесу факторів і умов розвитку. Коливання, навпаки, є наслідком дії короткотермінових, циклічних чи випадкових факторів, які впливають на окремі рівні динамічного ряду. Одним рядом властива тенденція до зростання, іншим – до зниження рівнів. Така зміна, у свою чергу, відбувається по-різному: рівномірно, прискорено чи уповільнено. Напрямок та інтенсивність змін в динаміці описуються низкою абсолютних і відносних характеристик, з-поміж яких: індекси (темпи зростання), абсолютні та відносні прирости, коефіцієнти прискорення (уповільнення) тощо. Базою порівняння для поточного рівня Y_t може бути попередній рівень ряду Y_{t-1} або будь-який віддалений у часі рівень [4, 6].

Методи аналізу стану та динаміки явищ і процесів. Одним з визначальних положень наукової методології є необхідність вивчення усіх явищ у русі і розвитку. Інформаційною базою аналізу закономірностей розвитку і прогнозування слугують динамічні (часові) ряди (ряди динаміки) [9].

Індекс (темп зростання) k_t показує, у скільки разів рівень Y_t більший (менший) від рівня, узятим за базу порівняння. Він являє собою кратне відношення рівнів: $k_t = y_t / y_0$ [3].

Абсолютний приріст Δ_t характеризує абсолютний розмір збільшення чи зменшення рівнів ряду Y_t за певний часовий інтервал і обчислюється як різниця рівнів ряду: $\Delta_t = y_t - y_0$ де y_0 – база порівняння. Знаки «+» та «-» свідчать про напрям динаміки [3].

Темп приросту завжди виражається в процентах і показує, на скільки процентів рівень Y_t збільшений або зменшений від бази порівняння [3].

Різниця між абсолютними приростами: $\gamma_t = \Delta_t - \Delta_{t-1}$ показує абсолютне прискорення ($\gamma_t > 0$) чи уповільнення ($\gamma_t < 0$). Порівняння темпів зростання дає коефіцієнт прискорення (уповільнення) відносної швидкості розвитку.

З плином часу змінюються рівні динамічних рядів і обчислені на їх основі абсолютні прирости та темпи зростання. Постає потреба узагальнення притаманних динамічному ряду властивостей, визначення типових характеристик розвитку. Такими характеристиками є середні величини. Середній абсолютний приріст (абсолютна швидкість динаміки) обчислюється діленням загального приросту за весь період на довжину цього періоду у відповідних одиницях часу (рік, квартал, місяць тощо). При обчисленні середнього індексу враховують правило складних процентів, за якими змінюється відносна швидкість динаміки (нагромаджується приріст на приріст). Тому середній індекс можна обчислити як геометричну середню з послідовних (ланцюгових) індексів [3, 5].

У наукових дослідженнях соціально-економічних процесів постають завдання:

- а) виявити і описати характер змін показника за певний період часу, протягом якого явище еволюціонує, змінюється, прогресує;
- б) передбачити подальший рух процесу за межами ряду.
- в) оцінити інтенсивність і сталість змін;

Згідно з цими завданнями ряд динаміки в процесі аналізу умовно поділяється на дві складові – тенденцію $f(t)$ і коливання e_t :

$$y_t = f(t) + e_t.$$

Така конструкція дозволяє, залежно від мети дослідження, вивчити тенденцію, елімінуючи коливання, або вивчати коливання елімінуючи тенденцію.

Методи факторного аналізу. Одним з найважливіших методологічних питань в аналізі господарської діяльності є визначення величини впливу окремих факторів на приріст результативного показника. В детермінованому факторному аналізі для цього використовують наступні методи: ланцюгових підстановок, індексний, абсолютних різниць, відносних різниць, пропорційного ділення, інтегральний, логарифмування тощо. Перші чотири способи базуються на методі елімінування.

Елімінувати означає усунути, відхилити, виключити дію всіх факторів на величину результативного показника крім одного. Цей метод виходить з того, що всі фактори змінюються незалежно один від одного: спочатку змінюється один, а всі інші залишаються без змін, потім змінюються два, потім три, при незмінних решти факторів.

Найбільш універсальним із них є спосіб ланцюгових підстановок. Він використовується для розрахунку впливу факторів у всіх типах детермінованих факторних моделей: адитивних, мультиплікативних, кратних і змішаних (комбінованих). Цей спосіб дозволяє визначити вплив окремих факторів на зміну величини результативного показника шляхом поступової заміни базисної величини кожного факторного показника в обсязі результативного показника на фактичну у звітному періоді. З цією ціллю визначають ряд умовних величин результативного показника, які враховують зміни одного, потім двох, трьох і більше факторів, припускаючи, що решта не змінюються. Порівняння величини результативного показника до і після зміни рівня того чи іншого фактора, дозволяє елімінуватись від впливу всіх факторів, крім одного, і визначити дію останнього на приріст результативного показника. Індексний метод базується на відносних показниках динаміки, просторових порівнянь, виконання плану, показниках, які виражають відношення фактичного рівня показника, що аналізується, у звітному періоді до його рівня в базисному періоді (чи плановому).

За допомогою агрегатних індексів можна виявити вплив різних факторів на зміни рівня результативних показників в мультиплікативних і кратних моделях.

Метод абсолютних різниць є однією з модифікацій елімінування. Як і спосіб ланцюгових підстановок, він застосовується для розрахунку впливу факторів на приріст результативного показника в детермінованому аналізі, але тільки в мультиплікативних і мультиплікативно-аддитивних моделях:

$$y = (a - b)cy = a(b - c).$$

Особливо ефективно застосовується цей спосіб в тому випадку, коли вихідні дані вже містять абсолютні відхилення по факторних показниках. При його використанні величина впливу факторів розраховується множенням абсолютного

приросту досліджуваного фактора на базову (планову) величину факторів, які знаходяться справа від нього, і на фактичну величину факторів, які стоять зліва від нього у факторній моделі. Спосіб відносних різниць використовується для вимірювання впливу факторів на приріст результативного показника тільки в мультиплікативних і аддитивно-мультиплікативних моделях типу

$$y = (a - b)c.$$

Він простіший ніж метод ланцюгових підстановок, що робить його за певних обставин дуже ефективним. Це перш за все стосується тих випадків, коли вихідні дані містять вже визначені раніше відносні прирости факторних показників у відсотках чи коефіцієнтах. В багатьох випадках для визначення величини впливу факторів на приріст результативного показника може бути використаний метод пропорційного ділення. Це стосується тих випадків, коли маємо справу з адитивними моделями типу

$$y = \sum x_i$$

і кратно-аддитивного типу

$$y = a / (b + c + d + \dots + n).$$

Інтегральний метод використовується для вимірювання впливу факторів в мультиплікативних, кратних і змішаних моделях кратно-аддитивного виду

$$y = A / \sum x_i.$$

Використання цього способу дозволяє отримати більш точні результати розрахунку впливу факторів порівняно з способами ланцюгових підстановок, абсолютних і відносних величин і уникнути неоднозначної оцінки впливу факторів тому, що в даному випадку результати не залежать від місцезнаходження факторів в моделі, а додатковий приріст результативного показника, який утворився від взаємодії факторів, розкладається між ними порівну. Метод логарифмування використовується для вимірювання впливу факторів в мультиплікативних моделях. В даному випадку результат розрахунку, як і при інтегруванні, не залежить від місцезнаходження факторів в моделі і порівняно з інтегральним методом забезпечує ще більшу точність розрахунків. Якщо при інтегруванні додатковий приріст від

взаємодії факторів розподіляється порівну між ними, то за допомогою логарифмування результат спільної дії факторів розподіляється пропорційно частці ізольованого впливу кожного фактора на рівень результативного показника. В цьому його перевага, а недолік – в обмеженні сфері застосування [8, 9, 10].

Методи прогнозування та оптимізації. Для того щоб передбачити майбутнє, необхідно добре знати минуле і властиві йому закономірності. Інформаційною базою для аналізу закономірностей розвитку і прогнозування слугують динамічні (часові) ряди. Динамічний ряд – це послідовність значень показника, який характеризує зміну того чи іншого соціально-економічного явища в часі. Числа послідовності $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ називаються рівнями ряду. Основними характеристиками ряду динаміки є: абсолютний приріст, індекс (темп зростання), темп приросту, середній абсолютний приріст, коефіцієнт прискорення (уповільнення), абсолютне значення одного відсотку приросту. В аналізі динамічних рядів тенденцію представляють у вигляді планової траєкторії і описують певною функцією, яку називають трендом $y_t = f(t)$, де t – змінна часу ($t = 1, 2, \dots, n$). На основі такої функції здійснюють вирівнювання динамічного ряду і прогнозування подальшого розвитку процесу. Процедура вирівнювання динамічних рядів включає два етапи: вибір типу функції (найбільш поширені лінійна функція, параболи) та оцінювання її параметрів. Так, лінійний тренд $y_t = a + bt$ описує процеси, які рівномірно змінюються в часі і мають стабільні абсолютні прирости. Якщо ж відносно стабільними є ланцюгові темпи приросту, то такий процес адекватно опише експонента $y_t = ab^t$. У зазначених функціях: t – порядковий номер періоду (дати), a – значення показника при $t = 0$. Параметр b характеризує швидкість динаміки: середню абсолютну в лінійній функції і середню відносну – в експоненті. Оцінювання параметрів трендових рівнянь здійснюється методом найменших квадратів (МНК). Виявлену тенденцію можна продовжити за межі динамічного ряду. Таку процедуру називають екстраполяцією тренду. Це один з методів статистичного прогнозування, передумовою використання якого є сталість

причинного комплексу, що формує тенденцію. Часовий горизонт прогнозу називаються періодом упередження. Для деяких соціально-економічних процесів характерні сезонні піднесення і спади. Вони спричиняють нерівномірне використання протягом року виробничих потужностей і робочої сили, нерівномірний попит на ринку споживчих товарів тощо, а отже, потребують вивчення і регулювання. Сезонні коливання виявляються і аналізуються на основі рядів помісячних або поквартальних даних. Кожний рівень ряду Y_t належить до певного сезонного циклу, довжина якого становить 12 місяців або 4 квартали. Характер сезонних коливань описується сезонною «хвилею», елементами якої є індекси сезонності I_t , а основною характеристикою – амплітуда коливань $R_t = I_{\max} - I_{\min}$. В аналізі закономірностей розвитку широко використовується графічний метод. Практична діяльність менеджера фінансової установи, промислового підприємства чи комерційної фірми пов'язана з пошуком управлінських рішень щодо розміщення виробничих замовлень, оптимального використання ресурсів, формування портфеля цінних паперів тощо. Пошук найбільш прийняттого варіанта управлінського рішення – це задача оптимізації. Суть її полягає у визначення таких параметрів функціонування об'єкта управління x_j , які б за певних обмежень забезпечували досягнення цільової функції $Z(x)$. Цільова функція найчастіше екстремальна: це максимальний прибуток та мінімальні витрати [4, 7, 8].

Алгебраїчно задача оптимізації записується так.

а) Задача на максимум прибутку

$$Z(x) = \sum p_j x_j \rightarrow \max$$

б) Задача на мінімум витрат

$$Z(x) = \sum c_j x_j \rightarrow \min$$

У наведених формулах прийнято позначення: x_j – обсяг виробництва j -го виду продукції, p_j – прибуток від реалізації одиниці j -го виду продукції, c_j – собівартість виробництва одиниці j -го виду продукції.

1.2. Принципи застосування економіко-статистичних методів

За допомогою методу групувань статистика вирішує різні завдання. Однак у підсумку всі вони мають на меті впорядковувати первинний статистичний матеріал, розподіляти його на окремі групи за істотними варіюючими ознаками. Групування як перша сходинка статистичного аналізу є важливою підготовчою стадією для глибшого аналізу статистичних матеріалів. У цьому – його основне призначення в зведенні первинного статистичного матеріалу.

Найголовніші завдання, які вирішуються за допомогою статистичних групувань:

- поділ усієї сукупності на якісно однорідні групи, тобто виділення соціально-економічних типів явищ;
- дослідження взаємозв'язку і залежності між ознаками суспільних явищ.
- вивчення складу досліджуваних явищ і структурних змін;

Відповідно до цих завдань виділяють такі види групувань:

- структурні;
- типологічні;
- аналітичні.

Слід зауважити, що наведена класифікація статистичних групувань за типами завдань, які вирішуються ними, дещо умовна, оскільки в практиці статистичної роботи їх застосовують в комплексі. Це зумовлене багатогранністю процесів, які відбуваються в суспільному житті.

Типологічне групування призначене виділяти соціально-економічні типи явищ, визначати істотні відмінності між ними та ознаки, що є спільними для всіх груп. Необхідність проведення типологічного групування зумовлена насамперед потребою теоретичного узагальнення первинної статистичної інформації та подальшого одержання узагальнюючих статистичних показників. Типологічні групування застосовують при вивченні розподілу підприємств за формами власності

та суспільного виробництва за економічним призначенням продукції, групування населення за суспільними групами. Прикладом типологічного групування є поділ держав за рівнем затрат праці на виробництво 1ц сільськогосподарської продукції.

Одним з найважливіших і найскладніших питань типологічного групування є вибір груповальної ознаки чи ознак, суттєвих для формування типів. Це мають бути ознаки, що найповніше виражають сутність, якісні характеристики будь-якого типу явищ. Складність у виборі істотних ознак часто пов'язана з тим, що економічні, соціальні, політичні, технічні та інші категорії потрібно перетворити на лічильні.

Наприклад, для ефективного управління динамікою виробництва важливе значення має групування підприємств на передові, середні та відсталі. Враховуючи переваги великих підприємств перед малими, прийнято розрізняти підприємства: великі, середні та малі. Але для того щоб так згрупувати, необхідно відібрати такі статистичні ознаки, які достатньо точно відображали б соціально-економічну сутність зазначених та інших подібних категорій і виразити їх статистично[5].

Слід зауважити, що типологічні групування відрізняються від структурних лише метою дослідження, за формою ж вони цілком збігаються.

Структурне групування характеризує розподіл якісно однорідної сукупності на групи за певною ознакою. Цей вид групувань використовують для пізнання явищ суспільного життя, виявлення закономірностей розподілу одиниць сукупності за варіюючими значеннями досліджуваної ознаки, для вивчення складу сукупності та структурних зрушень, а також в разі вивчення підприємств за галузями виробництва, розміром основних виробничих фондів, рівнем механізації виробництва, кількістю працівників, обсягом продукції, для дослідження складу населення – за статтю, віком, національністю, освітою тощо.

Структурні групування, як і типологічні, можна здійснювати за атрибутивними і кількісними ознаками.

Групування за атрибутивною ознакою передбачає, що групи різняться між собою не розміром, а характером ознаки. Кількість груп, на які поділяється досліджувана сукупність, часто визначають кількістю різновидів атрибутивної

ознаки. Так, групування працівників за статтю припускає дві групи, а групування працівників за професіями – стільки груп, скільки є професій.

У разі структурних групувань на підставі кількісних ознак потрібно визначити оптимальну кількість груп та простежити, щоб не зникли особливості досліджуваного явища.

На підставі проведеного групування можна зробити висновок про те, що майже половина підприємств – малі, з чисельністю працівників до 50 чоловік, дещо більше третини підприємств мають від 51 до 200 чоловік. Питома вага підприємств з чисельністю працівників понад 1000 чоловік становить лише 1,5 відсотка.

Аналітичне групування допомагає виявити і вивчити зв'язок між показниками. Структурні групування є описовими, за їх допомогою не можна пояснити причини закономірностей та їхньої зміни в часі та просторі. Ці завдання статистика вирішує іншими методами, поміж яких основним вважають метод аналітичних групувань.

Всі явища суспільного життя ті їхні ознаки щільно пов'язані між собою і залежать одне від одного. У підприємницькій діяльності трапляються різноманітні взаємозв'язки між ознаками, які можуть правити за причину або наслідок явища. З них можна виділити такі:

- фактор – кількісна ознака, а наслідок – якісна (стаж роботи і кваліфікація робітника, тривалість договірних зв'язків з постачальниками матеріальних ресурсів та їхньою якістю);
- фактор – якісна ознака, а результат – кількісна (наприклад, кваліфікація робітників і продуктивність їх праці);
- фактор і результат – якісні ознаки (наприклад, категорії працівників та їхня освіта);
- фактор і результат – кількісні ознаки (наприклад продуктивність праці і середні заробітна плата).

Характерна особливість аналітичних групувань – кожна група факторної ознаки характеризується середнім значенням результативної ознаки.

Ступінь впливу факторної ознаки на результативну оцінюється за допомогою дисперсійного аналізу [7, 8].

1.3. Ефективність застосування економіко-статистичних методів на підприємстві

Ефективність застосування економіко-математичних методів у моделях реалізації завдань аналітичного дослідження базується на широкому використанні засобів автоматизованої обробки відповідних інформаційних даних. Ідеться передовсім про впровадження в процес аналізу господарської діяльності підприємств сучасних комп'ютерних технологій, що створює належні передумови одержання якісної аналітичної інформації, потрібної для забезпечення процесу розробки науково обґрунтованих управлінських рішень.

Найдоцільнішим варіантом (формою) реалізації такого інтеграційного процесу можна вважати впровадження сучасних інформаційних систем, що базуються на досконалих операційно-програмних засобах, інформаційних технологіях використання економіко-математичних методів і моделей, систем підтримки прийняття рішень.

Сучасні інформаційні системи містять відповідний перелік функціональних завдань аналізу ринку, маркетингу, збуту готової продукції, технічної підготовки виробництва, техніко-економічного планування, матеріально-технічного забезпечення запасами, управління трудовими ресурсами, кадрами, управління фінансами, інвестиціями та інноваціями, управління основним та допоміжним виробництвом, управління якістю, бухгалтерським обліком та звітністю.

Насамперед це комп'ютерні системи підтримки та прийняття рішень (СППР). Розв'язання завдань аналітичного характеру в таких комплексах забезпечує реалізацію функцій маркетингового дослідження. Комп'ютерною підтримкою охоплено й завдання, що вирішуються на організаційному рівні спеціалістами та технічними робітниками. Проте майже скрізь бракує комп'ютерної підтримки управлінської діяльності керівників вищого рангу, що є найбільш важливим функціональним призначенням аналітичної роботи на підприємстві.

Прикладом такої системи може бути СППР СІМПЛАН, що її спеціально призначено для надання допомоги керівникам у подоланні невизначеності, властивій корпоративному плануванню. Ця система є динамічним поєднанням моделей, у тому числі й економіко-математичних, за трьома основними компонентами:

- а) фінансові моделі;
- б) моделі виробництва.
- в) моделі маркетингу;

Застосування методів моделювання в СППР СІМПЛАН дає можливість відображення за допомогою математичних формул зв'язків і залежностей між економічними явищами у сфері фінансів, маркетингу та виробництва. Певною мірою відповідає функціональному призначенню аналітичної роботи реалізація підсистеми економічного та статистичного аналізу, що дає змогу користувачам на основі порівняння альтернатив одержувати інформацію, яка відповідає визначеному критерію. Інакше кажучи, ідеться про застосування порівняльного аналізу для дослідження кількох варіантів можливих управлінських рішень і вибору найефективнішого з них. Такий "сценарій" проведення аналітичного дослідження може бути реалізований, наприклад, для визначення найприйнятнішого для підприємства варіанта виробничої програми з урахуванням реальних умов і наслідків виробничої діяльності. Найважливішими елементами потрібної комплексної аналітичної моделі в такому разі мають бути:

- а) виробнича програма підприємства;
- б) виробничі ресурси;
- в) організаційно-технічний рівень виробництва;
- г) собівартість виробництва продукції;
- д) фінансові результати;
- е) ефективність використання ресурсів.
- э) фінансовий стан підприємства;

Зрозуміло, що в цьому переліку зазначено лише основні напрямки, які найбільш суттєво характеризують відповідний аспект аналітичного дослідження, що

не виключає можливості використання інших показників. При цьому елементи "Виробнича програма", "Організаційно-технічний рівень виробництва" і "Ресурси" є альтернативними, тобто змінними компонентами механізму аналітичного дослідження діяльності підприємства для встановлення рівня досягнення цим підприємством відповідних оцінних критеріїв: "Фінансові результати", "Фінансовий стан", "Ефективність використання ресурсів". Центральною ланкою, що поєднує в системі альтернативи з критеріями, тобто спромоги з можливими результатами їх реалізації, є елемент "Собівартість виробництва".

Саме крізь призму зміни собівартості продукції на підприємстві оцінюється "якість" змінних альтернатив, що уможлиблює визначення оптимальних варіантів досягнення потрібного прибутку, рентабельності, платоспроможності, продуктивності праці, фондівіддачі, матеріаловіддачі та інших критеріальних показників ефективності роботи підприємства.

Запропонована структура моделі дослідження найбільшою мірою відповідає завданням перспективного економічного аналізу. Її реалізація базується на застосуванні комплексу економіко-математичних методів, а отже, потребує обробки інформаційних даних за допомогою сучасних комп'ютерних технологій, зокрема інформаційних систем стратегічного планування, тобто передовсім пакета прикладних програм PROJECT EXPERT, завданням якого саме і є моделювання та оцінка дій багатопрофільного, з широким асортиментом продукції підприємства, що працює на кількох ринках.

Структурно пакет реалізовано у 7-х програмних блоках:

- а) блок моделювання;
- б) блок аналізу;
- в) блок генерації фінансових документів;
- г) блок групування проектів;
- д) блок контролю процесу реалізації проекту;
- е) генератор звіту.
- э) блок-інтегратор;

На найбільшу увагу заслуговує блок аналізу. Реалізація його можливостей передбачає аналіз чутливості, аналіз ефективності проекту для окремих його учасників, розрахунок стандартних фінансових коефіцієнтів та показників ефективності, аналіз варіантів проектів.

Модуль аналізу чутливості забезпечує можливість аналізу чутливості проекту до зміни різних параметрів (альтернатив). Це дає змогу оцінити вплив основних факторів на фінансовий результат реалізації проекту.

У свою чергу, модуль розрахунку стандартних фінансових показників реалізує можливість визначення фінансових коефіцієнтів (показників ліквідності, платоспроможності, ділової активності, рентабельності, структури капіталу), показників ефективності інвестицій, дисконтовані критерії періоду окупності, індексу прибутковості, внутрішньої норми рентабельності тощо.

Модуль аналізу ефективності передбачає можливість порівняльної оцінки проекту з погляду різних його учасників (банків, інвесторів та ін.). І нарешті, модуль вартісного аналізу дає змогу порівняти показники ефективності різних варіантів реалізації проектів або груп різних проектів [7, 4].

Блок-інтегратор уможливорює аналіз результатів діяльності холдингових компаній.

Певні аналітичні можливості мають також інтегрована інформаційна система "Галактика" (модуль фінансового аналізу в контурі адміністративного управління), система управління виробництвом TECHNOCLASS 2000 (модуль бухгалтерії та аналізу) і деякі інші системи. Однак локальний характер аналітичних завдань у цих інформаційних системах не дає змоги одержати комплексну аналітичну інформацію для ефективного забезпечення управлінської системи підприємства.

Висновки до розділу 1

У першому розділі розглянуто основні поняття «економіко-статистичних методів аналізу діяльності підприємства» та способи їх застосування, основні групи характеристик, які визначають якість функціонування підприємства, якість самого процесу застосування економіко-статистичних методів та формування компетентності і професіоналізму деяких працівників підприємства.

Проаналізовано чинники, які впливають на якість роботи, а саме застосування новітніх інформаційних технологій, та впровадження програм які спрощують роботу на певних секторах.

Важливим фактором у побудові системи якості роботи підприємства є застосування новітніх технологій, та методів економіко – статистичного аналізу.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Організаційна характеристика приватного акціонерного товариства "Діанівська птахофабрика"

Приватне акціонерне товариство «Діанівська птахофабрика» (рис. 2.1) створено після банкрутства Володарської птахофабрики.

Місце знаходження: Україна, 85783, Донецька обл., Волноваський р-н, село Діанівка, вулиця Миру, будинок 1 А.

Дата заснування 01.10.2004, код ЄДРПОУ 30492941, директор Топоркова Олена Іванівна.

Статутний капітал 1,550,000₴.

Товариство є юридичною особою, діє на основі самоврядування, володіє відособленим майном, має самостійний баланс, поточний і інші рахунки в установах банків, печатки, кутовий штамп, фірмовий бланк. Товариство має право від свого імені укладати угоди, набувати обов'язки, бути позивачем і відповідачем в судах.

Товариство є самостійним господарюючим суб'єктом, керується в своїй діяльності Статутом і законодавством України. Товариство володіє, користується та розпоряджається належним йому майном відповідно до предмету та мети своєї діяльності.

Предметом господарської діяльності птахофабрики є:

- розведення свійської птиці;
- вирощування зернових культур, бобових культур і насіння олійних культур;
- розведення інших тварин;
- виробництво м'яса свійської птиці;
- оптова торгівля зерном, насінням, кормами для тварин тощо.

Розглянемо організаційну структуру підприємства.

ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ДІАНІВСЬКА ПТАХОФАБРИКА"

Код за ЄДРПОУ: 30492941
 Телефон: (0624) 49-64-24
 e-mail: pfdiana@yandex.ua
 Юридична адреса: 85783, Донецька область, Волноваський район, с. Кіровське, вул. Миру, 1а

- Інформація про підприємство
- Установчі документи
- Акціонерний капітал
 - Акціонерний капітал
 - Акціонерний капітал
 - Акціонерний капітал
 - Акціонерний капітал
- Положення
 - Відомості про цінні папери емітента
 - ПОВІДОМЛЕННЯ про скликання позачергових загальних зборів акціонерів
 - Особлива інформація (інформація про іпотечні цінні папери, сертифікати фонду операцій з нерухомістю) емітента
 - Особлива інформація (інформація про іпотечні цінні папери, сертифікати фонду операцій з нерухомістю) емітента
- Протоколи зборів
- Результати перевірок
 - Примітки до річної фінансової звітності за 2018р.
 - Звіт про фінансові результати (звіт про сукупний дохід) за 2018р.
 - Звіт про власний капітал за 2018р.
 - Звіт про рух грошових коштів (за прямим методом) за 2018р.
 - Баланс (Звіт про фінансовий стан) на 31.12.2018
 - Аудиторський звіт (висновок незалежних аудиторів) станом на 31.12.2018

Відомості про підприємство	
Код за ЄДРПОУ	30492941
Повне найменування	ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ДІАНІВСЬКА ПТАХОФАБРИКА"
Скорочене найменування (згідно Статуту)	ПРАТ "ДІАНІВСЬКА ПТАХОФАБРИКА"
Юридична адреса	85783, Донецька область, Волноваський район, с. Кіровське, вул. Миру, 1а
Керівник	Голова правління - Толоркова Олена Іванівна
Код території за КОАТУУ	1421510103
Регіон	
Депозитарна установа, що обслуговує емітента	Філія "Сток Сервіс" ПРАТ "Експерт-Капітал"
Депозитарій, що обслуговує емітента	ПРАТ "ВДЦП"
Статутний капітал (грн.)	1550000.00
Державна реєстрація	
Дата реєстрації	13.03.2012
Орган	ВОЛОДАРСЬКА РАЙОННА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ
Вид економічної діяльності	
Код за КВЕД	041.47, 01.11, 01.48, 10.12, 46.21, 46.90
Найменування	Розведення птиці
Контактна інформація	
Телефон	(0624) 49-64-24
Факс	(0624) 49-64-24
E-mail	pfdiana@yandex.ua

Рис. 2.1. Сайт ПАТ «Діанівська птахофабрика»

До складу організаційної структури товариства входять:

- адміністративний корпус;
- транспортний цех;
- майданчик для вирощування батьківського поголів'я курчат-бройлерів;
- інкубатор,
- зона вирощування курчат-бройлерів (пташники);
- інженерно - технічна служба.

Слід зазначити, що майже всі елементи організаційної структури задіяні в рівному ступені на відповідних етапах і їх наявність і використання сприяє

виробництву якісної продукції. Дочірніх підприємств, представництв та інших відокремлених підрозділів в складі товариства немає.

Організаційна структура організації і її управління не є чимось застиглим, вони постійно змінюються, удосконалюються відповідно до мінливого умовами. Організаційні структури управління промисловими організаціями відрізняються великою різноманітністю і визначаються багатьма об'єктивними факторами й умовами. До них можуть бути віднесені, зокрема, розміри виробничої діяльності організації (велика, середня, дрібна); виробничий профіль організації (спеціалізація на випуску одного виду продукції чи продукції широкої номенклатури виробів різних галузей); характер продукції, що випускається; сфера діяльності організації.

На чолі усього підприємства стоїть директор. Він вирішує самостійно всі питання діяльності фірми, без особливого на те доручення діє від імені фірми, представляє її інтереси у всіх вітчизняних підприємствах, фірмах і організаціях. Також він розпоряджується в межах наданому йому права майном, укладає договори, у тому числі по найманню працівників.

Видає накази й розпорядження, обов'язкові до виконання всіма працівниками підприємства. Директор несе в межах своїх повноважень повну відповідальність за діяльність фірми, забезпечення схоронності товарно-матеріальних цінностей, коштів і іншого майна підприємства. Видає доручення, відкриває в банках рахунки, користується правом розпорядження засобами.

Головний бухгалтер – здійснює організацію бухгалтерського обліку господарсько-фінансової діяльності підприємства й контроль за ощадливим використанням матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Організує облік грошових засобів, що надходять, товарно-матеріальних цінностей і основних засобів, облік витрат виробництва й звертання, виконання робіт, а також фінансових, розрахункових і кредитних операцій.

У підпорядкуванні в гол. бухгалтера знаходяться бухгалтери. Вони виконують роботу з різних ділянок бухгалтерського обліку (облік основних засобів, витрат на виробництво послуг і ремонтів машин, розрахунки з постачальниками й замовниками). Здійснюють прийом і контроль первинної документації по

відповідним ділянках обліку і підготовляє їх до рахункової обробки. Відбиває в бухгалтерському обліку операції, зв'язані з рухом коштів.

Також підлеглим у директора знаходиться й економіст. Він здійснює організацію й удосконалювання економічної діяльності підприємства, спрямованої на підвищення продуктивності праці, ефективності й рентабельності виробництва, якості продукції, що випускається, зниження її собівартості, забезпечення правильних співвідношень темпів росту продуктивності праці і заробітної плати, досягнення найбільших результатів при найменших витратах матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Проводить роботу по удосконалюванню планування економічних показників діяльності підприємства, досягненню високого рівня їхньої обґрунтованості, по створенню й поліпшенню нормативної бази планування.

Підпорядковується директору також зав. виробництвом. Він керує інженерами та начальниками відділів, котрі виробляють продукцію.

В підпорядкуванні зав. виробництвом серед інших інженерів стоїть інженер з охорони праці та техніки безпеки. До обов'язків інженера по ОП та ТБ входить: систематичний контроль виконання трудового розпорядку; забезпечення належного утримання службових та виробничих приміщень; вчасно доводити до працівників накази та розпорядження, вказівки директора; повідомляти керівника підприємства та зав. Виробництвом про кожний нещасний випадок; забезпечувати робочі місця плакатами, попередженнями, знаками безпеки.

Несе відповідальність за додержання головних вимог техніки безпеки та охорони праці, якості та вчасності виконання робіт.

2.2. Фінансово-економічна характеристика підприємства

Аналіз основних економічних показників діяльності проводиться на підставі даних річних балансів підприємства.

Фінансові результати за 2011-2019 рр. наведено в табл. 2.1-2.9.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2011 рік складає 83934 тис. грн.

Інші операційні доходи підприємства за 2011 рік дорівнюють 4106 тис. грн., в тому числі:

- реалізація інших оборотних активів 303 тис. грн.;
- державна підтримка АПК 3596 тис. грн.;
- інші операційні доходи 207 тис. грн.

Таблиця 2.1

Фінансові результати за 2011 рік

Стаття	Тис. грн.
Доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	83934
Податок на додану вартість	13989
Чистий доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	69945
Собівартість реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	-73661
Валовий:	
- прибуток	0
- збиток	-3716
Інші операційні доходи	4106
Адміністративні витрати	-2562
Витрати на збут	-60
Інші операційні витрати	-1413
Чистий:	
- прибуток	0
- збиток	-3185

Інші фінансові доходи за 2011 рік склали 1376 тис. грн. (отримані відсотки) та інші доходи 20 тис. грн.

За 2011 рік адміністративні витрати склали 2562 тис. грн. Витрати на збут за 2011 р. становили 60 тис. грн.

До складу інших операційних витрат у сумі 1413 тис. грн. віднесені:

- операційна курсова різниця – 74 тис. грн.,

- реалізація інших оборотних активів – 220 тис. грн.,
- собівартість реалізованих послуг – 60 тис. грн.,
- нестачі і витрати – 21 тис. грн.,
- інші витрати операційної діяльності (послуги охорони, утримання їдальні, витрати на спец харчування працівників, послуги з водопостачання населенню, представницькі витрати тощо) – 1038 тис. грн.

Фінансові витрати складають (витрати на сплату відсотків) 926 тис. грн. Інші витрати дорівнюють 10 тис. грн.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2012 рік складає 76347 тис. грн.

Таблиця 2.2

Фінансові результати за 2012 рік

Стаття	Тис. грн.
Доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	91616
Податок на додану вартість	15269
Чистий доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	76347
Собівартість реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	-71824
Валовий:	
- прибуток	4523
- збиток	0
Інші операційні доходи	2719
Адміністративні витрати	-2538
Витрати на збут	-103
Інші операційні витрати	-1272
Чистий:	
- прибуток	3086
- збиток	0

Інші операційні доходи підприємства за 2012 рік дорівнюють 2719 тис. грн., в тому числі: "реалізація інших оборотних активів 115 тис. грн.; " державна підтримка АПК 2400 тис. грн.; " інші операційні доходи 204 тис. грн.

Інші фінансові доходи за 2012 рік склали 231 тис. грн. (отримані відсотки) та інші доходи 2 тис. грн.

За 2012 рік адміністративні витрати склали 2538 тис. грн. Витрати на збут за 2012 р. становили 103 тис. грн.

До складу інших операційних витрат у сумі 1272 тис. грн. віднесені:

- недостачі 102 тис. грн.;
- інші операційні витрати 1170 тис. грн.

Фінансові витрати складають 465 тис. грн. (витрати на сплату процентів). Інші витрати дорівнюють 11 тис. грн.

Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг у 2012 р. складає 71824 тис. грн., а саме у тис. грн.:

- основні матеріали – 45249;
- заробітна плата – 5584;
- електроенергія – 3384;
- паливно-мастильні матеріали – 9347;
- знос – 1647;
- зберігання та ремонт основних засобів – 207;
- послуги інших організацій – 5614;
- страхування – 801;
- вода – 1233;
- інші – 1858;
- змінення залишків незавершеного виробництва й готової продукції – 3100.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2013 рік складає 73253 тис. грн. та складається з м'ясо курчат 69 806 тис. грн., яйця 3 330 тис. грн., інші внутрішні продажі 117 тис. грн.

Інші операційні доходи підприємства за 2013 рік дорівнюють 3151 тис. грн., в тому числі: дохід від курсової різниці 44 тис. грн.; дохід від реалізації товарів та інших оборотних активів 123 тис. грн., державна підтримка АПК 2812 тис. грн.; інші 172 тис. грн.; інші доходи за звітний рік склали 55 тис. грн.

Таблиця 2.3

Фінансові результати за 2013 рік

Стаття	Тис. грн.
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	73253
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-73358
Валовий:	
прибуток	0
збиток	-105
Інші операційні доходи	3151
Адміністративні витрати	-2535
Витрати на збут	-92
Інші операційні витрати	-1320
Фінансові витрати	-49
Чистий фінансовий результат:	
прибуток	0
збиток	-895

За 2013 рік адміністративні витрати склали 2535 тис. грн., а саме страхування 33 тис. грн., заробітна плата 1519 тис. грн., знос 99 тис. грн., зв'язок 60 тис. грн., утримання та ремонт основних засобів 15 тис. грн., відрядження 6 тис. грн., банківські комісії 49 тис. грн., професійні послуги 25 тис. грн., паливно-мастильні матеріали 248 тис. грн., матеріали 14 тис. грн., електроенергія 37 тис. грн., інші 430 тис. грн.

Витрати на збут за 2013 р. становили 92 тис. грн. (матеріали). Інші операційні витрати дорівнюють 1320 тис. грн., у т.ч. штрафи 1 тис. грн., безповоротна фінансова

й матеріальна допомога 12 тис. грн., недостачі 37 тис. грн., собівартість реалізованих товарів й інших оборотних активів 112 тис. грн., інше – 75 тис. грн.

Фінансові витрати складають 49 тис. грн., а саме витрати на сплату процентів. Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг у 2013 р. складає 73358 тис. грн., а саме у тис. грн.: – основні матеріали 44147 (а саме: комбікорм 34241, з них ТОВ "Восток-Агро на суму 2944, ветеринарні препарати 1498, яйце на інкубацію 8 408), – заробітна плата 6939, – електроенергія 3594, – паливно-мастильні матеріали 8976, – знос 1575, – зберігання та ремонт основних засобів 202, – послуги інших організацій 5798 (а саме: ПрАТ "БАС" 5338, ТОВ "Діановський бройлер" 438), – страхування – 1197, – вода 1170, – інші 104, з них інша собівартість ПрАТ "БАС" 22, ПрАТ "Юг-Агро" 15, інші 67.

Отже чистий збиток підприємства у 2013 р. складає 895 тис. грн.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2014 рік складає 75115 тис. грн. та складається з м'ясо курчат 68718 тис. грн., яйця 6368 тис. грн., інші внутрішні продажі 131 тис. грн.

Інші операційні доходи підприємства за 2014 рік дорівнюють 3779 тис. грн., в тому числі: дохід від курсової різниці 163 тис. грн.; дохід від реалізації товарів та інших оборотних активів 221 тис. грн., державна підтримка АПК 3283 тис. грн.; інші 112 тис. грн.

За 2014 рік адміністративні витрати склали 2244 тис. грн., а саме страхування 29 тис. грн., заробітна плата 1349 тис. грн., знос 82 тис. грн., зв'язок 48 тис. грн., банківські комісії 38 тис. грн., професійні послуги 15 тис. грн., паливно-мастильні матеріали 262 тис. грн., матеріали 8 тис. грн., електроенергія 33 тис. грн., інші 380 тис. грн.

Витрати на збут за 2014 р. становили 111 тис. грн. (матеріали). Інші операційні витрати дорівнюють 1212 тис. грн., у т.ч. недостачі 91 тис. грн., собівартість реалізованих товарів й інших оборотних активів 198 тис. грн., охорона 653 тис. грн. інше 270 тис. грн..

Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг у 2014 р. складає 72066 тис. грн., а саме у тис. грн.:

- основні матеріали 51412 (а саме: комбікорм 41097,, ветеринарні препарати 1554, яйце на інкубацію 8761),
- заробітна плата 5165,
- електроенергія 3591,
- паливно-мастильні матеріали 9844,
- знос 1569,
- зберігання та ремонт основних засобів 271,
- послуги інших організацій 5220,
- страхування – 768,
- вода 1134,
- інші 1135.

Таблиця 2.4

Фінансові результати за 2014 рік

Стаття	Тис. грн.
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	75115
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-72066
Валовий:	
прибуток	3049
збиток	0
Інші операційні доходи	3779
Адміністративні витрати	-2244
Витрати на збут	-111
Інші операційні витрати	-1212
Чистий фінансовий результат:	
прибуток	3261
збиток	0

Чистий дохід підприємства у 2014 р. складав 3261 тис. грн.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2015 рік складає 65474 тис. грн. та складається з реалізації м'яса курчат 61999 тис. грн., яйця 2450 тис. грн., соняшника 795 тис. грн. та інших внутрішніх продажів – 230 тис. грн.

Таблиця 2.5

Фінансові результати за 2015 рік

Стаття	Тис. грн.
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	65474
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-64180
Валовий:	
прибуток	1294
збиток	0
Інші операційні доходи	2172
Адміністративні витрати	-3280
Витрати на збут	-904
Інші операційні витрати	-3473
Чистий фінансовий результат:	
прибуток	0
збиток	-4191

Інші операційні доходи підприємства за 2015 рік дорівнюють 2172 тис. грн., в тому числі: дохід від реалізації товарів та інших оборотних активів 572 тис. грн., державна підтримка АПК 1364 тис. грн.; інші 236 тис. грн.

За 2015 рік адміністративні витрати склали 3280 тис. грн., а саме страхування 37 тис. грн., заробітна плата 1847 тис. грн., знос 126 тис. грн., зв'язок 53 тис. грн., утримання і ремонт основних засобів – 18 тис. грн.; банківські комісії 24 тис. грн., професійні послуги 12 тис. грн., паливно-мастильні матеріали 273 тис. грн., матеріали 19 тис. грн., електроенергія 37 тис. грн., інші 834 тис. грн.

Витрати на збут за 2015 р. становили 904 тис. грн. (матеріали). Інші операційні витрати дорівнюють 3473 тис. грн., у т.ч. пені штрафи 1 тис. грн., собівартість

реалізованих товарів й інших оборотних активів 520 тис. грн., нестача – 158 тис. грн., охорона 772 тис. грн., інше 2022 тис. грн.

Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг у 2015 р. складає 64180 тис. грн., а саме у тис. грн.:

- основні матеріали 44893 (а саме: комбікорм 35468 (5610,17 т), ветеринарні препарати 1890, яйце на інкубацію 7535 (тис. шт. 1819,99)),
- заробітна плата 4126,
- електроенергія 1980 (тис. кВт 1 239.57),
- паливно-мастильні матеріали 8609 (562,73 т),
- знос 1658,
- зберігання та ремонт основних засобів 429,
- послуги інших організацій 4052,
- вода 1054,
- інші 696.

Ефект змінення залишків незавершеного виробництва й готової продукції (- 3317 тис. грн.).

Отже чистий збиток у підприємства у звітному 2015 р. складає 4191 тис. грн.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2016 рік складає 73149 тис. грн. та складається з реалізації м'яса птиці у сумі 69 772,5 тис. грн., яйця товарного 104 тис. грн., яйця інкубаційного 3011 тис. грн., добових курчат 236 тис. грн., підрощених курчат 18 тис. грн. тощо.

Інші операційні доходи підприємства за 2016 рік дорівнюють 1394 тис. грн., в тому числі: дохід від реалізації товарів та інших оборотних активів 36 тис. грн., інші 1358 тис. грн.

За 2016 рік адміністративні витрати склали 3436 тис. грн., а саме страхування 46 тис. грн. , заробітна плата 1920 тис. грн., знос 118 тис. грн., зв'язок 31 тис. грн., банківські комісії 28 тис. грн., паливно-мастильні матеріали 187 тис. грн., інші 1106 тис. грн.

Витрати на збут за 2016 р. становили 1275 тис. грн. (матеріали).

Інші операційні витрати дорівнюють 1214 тис. грн., у т.ч. охорона 713 тис. грн., інше 501 тис. грн.

Таблиця 2.6

Фінансові результати за 2016 рік

Стаття	Тис. грн.
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	73149
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-77196
Валовий:	
прибуток	0
збиток	-4047
Інші операційні доходи	1394
Адміністративні витрати	-3436
Витрати на збут	-1275
Інші операційні витрати	-1214
Чистий фінансовий результат:	
прибуток	0
збиток	-8578

Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг у 2016 р. складає 77196 тис. грн., а саме

1) виробничі витрати у тис. грн.:

– основні матеріали 48502 тис. грн. (а саме: комбікорм 39312 тис. грн., добові курчата 9190 тис. грн.)

– ветеринарні препарати 1545 тис. грн.,

– заробітна плата 3765 тис. грн.,

– електроенергія 2071 тис. грн.,

– паливно-мастильні матеріали 4871 тис. грн.,

– знос 297 тис. грн.,

– зберігання та ремонт матеріалів, тари, послуги сторонніх організацій 1026 тис. грн.,

- страхування 581 тис. грн.,
- вода 688 тис. грн.,
- інші 11621 тис. грн.,

2) загальновиробничі витрати у тис. грн.:

- заробітна плата 1296 тис. грн.,
- паливно-мастильні матеріали 214 тис. грн.,
- страхування 5 тис. грн.,
- інші 714 тис. грн.

Отже чистий збиток підприємства у 2016 р. збільшився на 4387 тис. грн. в порівнянні з минулим роком й складає 8578 тис. грн.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2017 рік складає 75019 тис. грн. та складається з: м'ясо курчат 70 575 тис. грн., яйця 2 159,0 тис. грн., соняшнику 1 757,0 тис. грн., курчата бройлери в живій вазі 528,0 тис. грн.

Таблиця 2.7

Фінансові результати за 2017 рік

Стаття	Тис. грн.
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	75019
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-74684
Валовий:	
прибуток	335
збиток	0
Інші операційні доходи	1727
Адміністративні витрати	-6538
Витрати на збут	-399
Інші операційні витрати	-541
Чистий фінансовий результат:	
прибуток	0
збиток	-5416

Інші операційні доходи підприємства за 2017 рік дорівнюють 1727 тис. грн., в тому числі: дохід від реалізації товарів та інших оборотних активів 147 тис. грн., інші 1 580 тис. грн.

За 2017 рік адміністративні витрати склали 6538 тис. грн., а саме:

- страхування 762,6 тис. грн.;
- заробітна плата 3446,4 тис. грн.;
- амортизація 106,9 тис. грн.;
- банківські комісії 52,1 тис. грн.;
- зв'язок 40,7 тис. грн.;
- паливно-мастильні матеріали 319,8 тис. грн.;
- авто послуги 125,8 тис. грн.;
- електроенергія 54,1 тис. грн.;
- послуги кормоцеху 614,3 тис. грн.;
- послуги сторонніх організацій 380,4 тис. грн.;
- лікарняні 6,2 тис. грн.;
- інші 628,7 тис. грн.

Витрати на збут за 2017 р. становили 399 тис. грн. (матеріали), у тому числі:

- зарплата 152,3 тис. грн.;
- фонд відпусток 14,1 тис. грн.;
- розрахунки зі страхування 35,5 тис. грн.;
- лікарняні листи 0,4 тис. грн.;
- тара 177,1 тис. грн.;
- авто послуги 11,4 тис. грн.;
- інші послуги 8,2 тис. грн.

Інші операційні витрати дорівнюють 541 тис. грн., у тому числі:

- вода 113,3 тис. грн.;
- втрати від курсової різниці 14,5 тис. грн.;
- вартість послуг по обслуговуванню водопроводу переданим населенню 333,2

тис. грн.;

- витрати на готову продукцію 8,8 тис. грн.;

- послуги сторонніх організацій 53,0 тис. грн.;
- благодійна допомога 15,9 тис. грн.

Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг у 2017 р. складає 74684 тис. грн., у тому числі:

собівартість по видам продукції, по статтям витрат:

а) м'ясо птиці 72 018 тис. грн., у тому числі собівартість реалізації м'яса птиці:

- вартість кормів 40800,8 тис. грн.
- вартість ГСМ 9133,9 тис. грн.
- електроенергія 3524,9 тис. грн.
- запчастини 261,3 тис. грн.
- зарплата 9499,5 тис. грн.
- відрахування 2392,6 тис. грн.
- амортизація 1477,5 тис. грн.
- сплата послуг стороннім підприємствам 1357,1 тис. грн.
- загальновиробничі витрати 3570,4 тис. грн.

б) яйце товарне 120 тис. грн. і яйце інкубаторне 1477 тис. грн. у тому числі собівартість реалізації яйця:

- вартість кормів 841,8 тис. грн.
- вартість ГСМ 325,0 тис. грн.
- зарплата 135,7 тис. грн.
- відрахування 26,1 тис. грн.
- амортизація 25,5 тис. грн.
- сплата послуг стороннім підприємствам 17,9 тис. грн.
- інші прямі витрати 85,8 тис. грн.
- загальновиробничі витрати 139,2 тис. грн.

в) добові курчата 255 тис. грн. і підрощені курчата бройлери 139 тис. грн. і курчата бройлерні 7 тис. грн., у тому числі собівартість реалізації птиці живою вагою:

- вартість кормів 243,9 тис. грн.
- вартість ГСМ 45,2 тис. грн.

- зарплата 43,6 тис. грн.
- відрахування 11,4 тис. грн.
- амортизація 8,7 тис. грн.
- сплата послуг стороннім підприємствам 9,1 тис. грн.
- інші прямі витрати 30,4 тис. грн.
- загальновиробничі витрати 8,7 тис. грн.

г) соняшник 668 тис. грн., у тому числі собівартість реалізації:

- вартість насіння 188,0 тис. грн.
- вартість ГСМ 39,4 тис. грн.
- зарплата 30,9 тис. грн.
- відрахування 6,2 тис. грн.
- сплата послуг стороннім підприємствам 175,3 тис. грн.
- інші прямі витрати 75,4 тис. грн.
- загальновиробничі витрати 152,8 тис. грн.

Отже чистий збиток у підприємства у звітному 2017 р. зменшився на 3162 тис. грн. й складав 5416 тис. грн.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2018 рік – 109888 тис. грн. та складається з: м'ясо курчат 96522,0 тис. грн., яйця 11745,0 тис. грн., соняшнику 1257,0 тис. грн., курчат бройлерів в живій вазі 364,0 тис. грн.

Інші операційні доходи підприємства за 2018 рік дорівнюють 575 тис. грн., в тому числі: дохід від реалізації інших оборотних активів 246 тис. грн., інші 218 тис. грн., операційна курсова різниця 111 тис. грн.

За звітний рік адміністративні витрати склали 9224 тис. грн., а саме:

- страхування 925,1 тис. грн.
- заробітна плата 4169,3 тис. грн.
- фонд відпустки 414,8 тис. грн.
- амортизація 59,9 тис. грн.
- банківські комісії 83,8 тис. грн.
- зв'язок 38,8 тис. грн.
- паливно-мастильні матеріали 377,6 тис. грн.

- авто послуги 249 тис. грн.
- електроенергія 76,6 тис. грн.
- послуги кормоцеху 604,9 тис. грн.
- послуги сторонніх організацій 1879,2 тис. грн.
- лікарняні 16,1 тис. грн.
- інші 328,9 тис. грн.

Таблиця 2.8

Фінансові результати за 2018 рік

Стаття	Тис. грн.
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	109888
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-119575
Валовий:	
прибуток	0
збиток	-9687
Інші операційні доходи	575
Адміністративні витрати	-9224
Витрати на збут	-1628
Інші операційні витрати	-1490
Чистий фінансовий результат:	
прибуток	0
збиток	-21454

Витрати на збут за 2018 р. становили 1628 тис. грн. (матеріали), у тому числі:

- зарплата 609,0 тис. грн.
- фонд відпусток, розрахунки зі страхування, лікарняні листи 131,2 тис. грн.
- тара 498,3 тис. грн.
- авто послуги 219,1 тис. грн.
- послуги сторонніх організацій 158,5 тис. грн.
- інші послуги 1,9 тис. грн.
- МБП, знос МБП 9,1 тис. грн.

– строй матеріали 0,9 тис. грн.

Інші операційні витрати дорівнюють 1490 тис. грн., у тому числі:

– вода 173,2 тис. грн.

– реалізація запасів 231,9 тис. грн.

– штрафи, пені, неустойка 532,7 тис. грн.

– амортизація ОЗ 2,2 тис. грн.

– вартість послуг по обслуговуванню водопроводу переданому населенню 263,2 тис. грн.

– витрати на готову продукцію 10,7 тис. грн.

– послуги сторонніх організацій 48,2 тис. грн.

– благодійна допомога 227,9 тис. грн.

Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг у 2018 р. складає 119575 тис. грн., у тому числі:

1) собівартість по видам продукції, по статтям витрат:

а) м'ясо птиці 108661,7 тис. грн., у тому числі собівартість реалізації м'яса птиці:

– вартість кормів 62899,6 тис. грн.

– вартість ГСМ 10370,7 тис. грн.

– електроенергія 3924,8 тис. грн.

– запчастини 148,9 тис. грн.

– зарплата 5821,2 тис. грн.

– відрахування 1280,7 тис. грн.

– амортизація 225,6 тис. грн.

– авто послуги, тракторні послуги 1844,7 тис. грн.

– медикаменти 1529,3 тис. грн.

– сплата послуг стороннім підприємствам 498,9 тис. грн.

– інші прямі витрати 16041,9 тис. грн.

– загальновиробничі витрати 4075,4 тис. грн.

б) яйце 10148 тис. грн., у тому числі собівартість реалізації яйця:

– вартість кормів 4772,8 тис. грн.

- вартість ГСМ 1963,4 тис. грн
- зарплата 746,1 тис. грн.
- відрахування 130,9 тис. грн.
- амортизація 76,4 тис. грн.
- сплата послуг стороннім підприємствам 18,8 тис. грн.
- інші прямі витрати 1457.0 тис. грн.
- загальновиробничі витрати 982,6 тис. грн.

в) добові курчата , підрощені курчата бройлери і курчата бройлерні 238,1 тис. грн., у тому числі собівартість реалізації птиці живою вагою:

- вартість кормів 156,4 тис. грн.
- вартість ГСМ 24,2 тис. грн.
- зарплата 25,7 тис. грн.
- відрахування 6,9 тис. грн.
- амортизація 2,1 тис. грн.
- сплата послуг стороннім підприємствам 0,3 тис. грн.
- інші прямі витрати 11,3 тис. грн.
- загальновиробничі витрати 11,2 тис. грн.

г) соняшник 527,2 тис. грн., у тому числі собівартість реалізації:

- вартість насіння 116,6 тис. грн.
- вартість ГСМ 14,1 тис. грн.
- зарплата 9,8 тис. грн.
- відрахування 1,9 тис. грн.
- сплата послуг стороннім підприємствам 166,4 тис. грн.
- інші прямі витрати 56,1 тис. грн.
- загальновиробничі витрати 162,3 тис. грн.

Отже чистий збиток у підприємства у звітному 2018 р. збільшився на 16038 тис. грн. й складає 21454 тис. грн.

Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт за 2019 рік складала 85628 тис. грн., що складається з: м'яса курчат, яєць, соняшника, курчат бройлерів в живій вазі.

Операційні доходи підприємства за 2019 рік дорівнюють 935 тис. грн.

Таблиця 2.9

Фінансові результати за 2019 рік

Стаття	Тис. грн.
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	85628
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-90136
Валовий:	
прибуток	0
збиток	-4508
Інші операційні доходи	935
Адміністративні витрати	-8037
Витрати на збут	-1108
Інші операційні витрати	-1700
Фінансовий результат від операційної діяльності:	
прибуток	0
збиток	-14418
Інші фінансові доходи	21800
Фінансові витрати	-7290
Чистий фінансовий результат:	
прибуток	92
збиток	0

За 2019 рік адміністративні витрати склали 8037 тис. грн., а саме: страхування, заробітна плата, відпустки, амортизація, банківські комісії, зв'язок, паливно-мастильні матеріали, авто послуги, електроенергія, послуги кормоцеху, послуги сторонніх організацій, лікарняні тощо.

Витрати на збут за 2019 р. становили 1108 тис. грн. (матеріали), у тому числі: зарплата, фонд відпусток, розрахунки зі страхування, лікарняні листи, авто послуги, послуги сторонніх організацій тощо.

Інші операційні витрати дорівнюють 1700 тис. грн., у тому числі: вода,

реалізація запасів, штрафи, пені, неустойка, витрати на готову продукцію тощо.

Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг у 2019 р. складає 90136 тис. грн.

Отже чистий прибуток у підприємства в 2019 р. складає 92 тис. грн.

Зведені фінансові результати підприємства наведено в табл. 2.10.

Таблиця 2.10

Фінансові результати (тис. грн.)

Стаття	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Сума виручки від реалізації товарів, послуг та виконаних робіт	83934	76347	73253	75115	65474	73149	75019	109888	85628
Інші операційні доходи підприємства	4106	2719	3151	3779	2172	1394	1727	575	22735
Адміністративні витрати	2562	2538	2535	2244	3280	3436	6538	9224	8037
Витрати на збут	60	103	92	111	904	1275	399	1628	1108
Інші операційні витрати	1413	1272	1320	1212	3473	1214	541	1490	1700
Собівартість реалізованої продукції, товарів, робіт, послуг	73661	71824	73358	72066	64180	77196	74684	119575	90136

Діаграми фінансових результатів підприємства та собівартості реалізованої продукції за 2011-2019 рр. наведено на рис. 2.2-2.3.

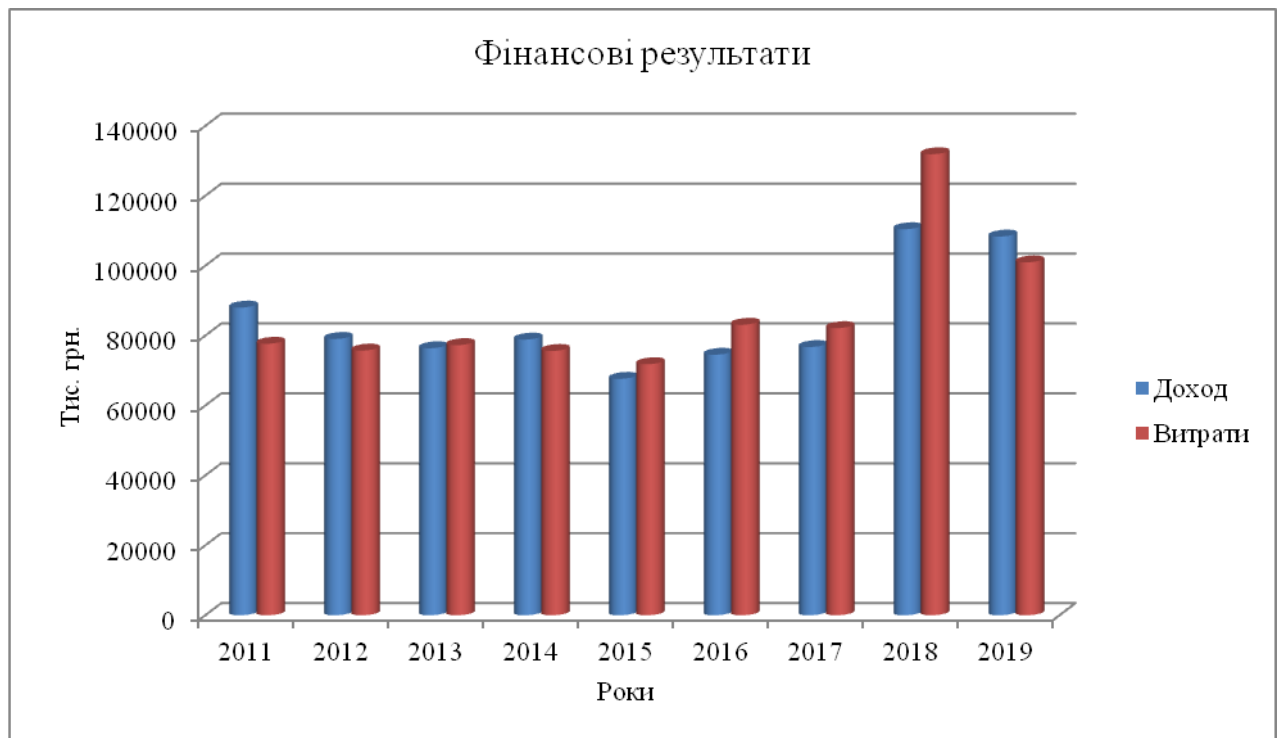


Рис. 2.2. Фінансові результати підприємства за 2011-2019 рр.

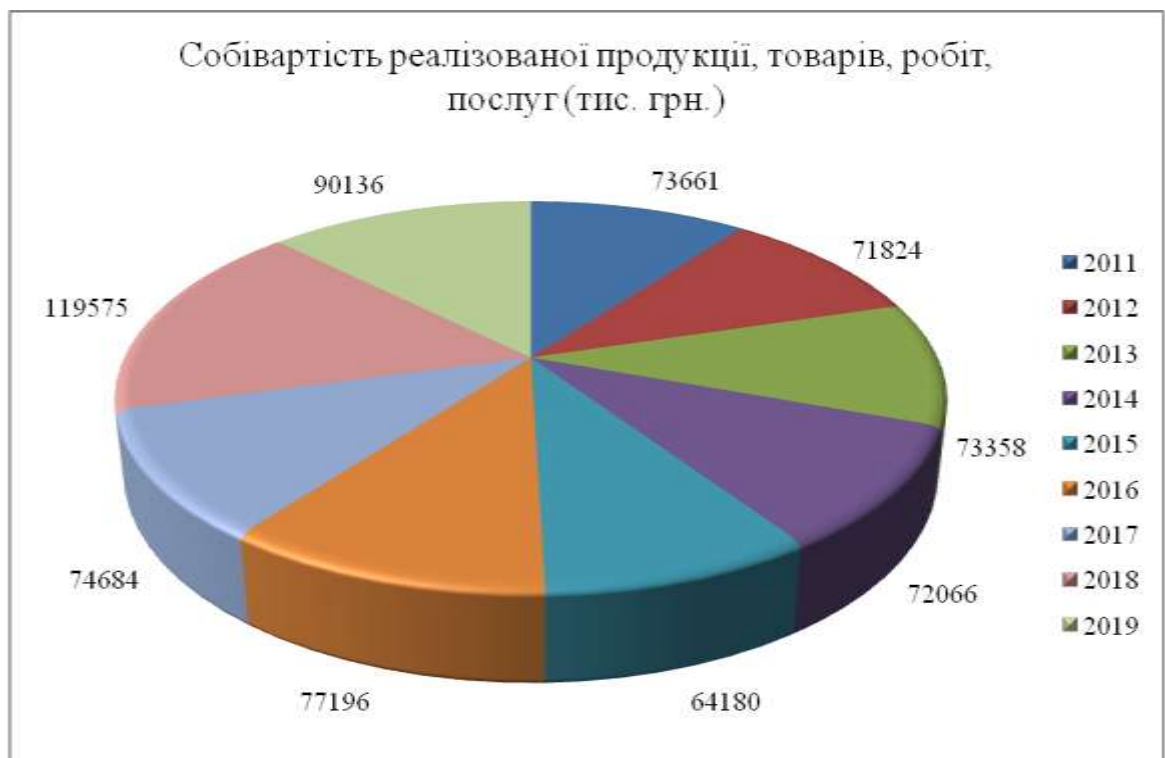


Рис. 2.3. Діаграма собівартості реалізованої продукції за 2011-2019 рр.

Висновки до розділу 2

У другому розділі проаналізовано діяльність Приватного акціонерного товариства «Діанівська птахофабрика», визначено організаційну структуру підприємства.

Також розглянуто фінансово-економічну характеристику підприємства.

Аналіз основних економічних показників діяльності проводився на підставі даних річних балансів підприємства. В другому розділі проаналізовано фінансові результати за 2011-2019 рр.

В 2018 році спостерігається зростання витрат підприємства. Вони викликані перш за все здороженням основних матеріалів (комбікорм, вет. препарати, яйця на інкубацію), паливно-мастильних матеріалів, послуг сторонніх організацій тощо, які істотно впливають на собівартість.

За розглянуті роки можна спостерігати суттєві коливання величини прибутку, причому протягом окремих трьох років досліджуваного періоду підприємство було прибутковим. В 2012 р. прибуток підприємства складав 3086 тис. грн., в 2014 р. – 3261 тис. грн. і в 2019 – 92 тис. грн.

РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

3.1. Виробнича функція Кобба-Дугласа

Виробнича функція – це така модель, яка враховує вплив ресурсів виробництва на величину валової продукції. У загальному вигляді функція може бути записана:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

де Y – обсяг виробленої продукції, X_1, X_2, \dots, X_n – фактори, що визначають обсяг виробництва.

Розглянемо виробничу функцію з двома факторами.

На практиці широке застосування одержали лінійна функція (3.1) та функція Кобба-Дугласа (3.2):

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2, \quad (3.1)$$

$$Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}. \quad (3.2)$$

Функція Кобба-Дугласа шляхом логарифмування легко зводиться до лінійної функції:

$$Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2},$$

$$\ln(Y) = \ln(a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}),$$

$$\ln(Y) = \ln(a_0) + \ln(X_1^{a_1}) + \ln(X_2^{a_2}),$$

$$\ln(Y) = \ln(a_0) + a_1 \ln(X_1) + a_2 \ln(X_2).$$

Замінивши

$$Y' = \ln(Y), \quad (3.3)$$

$$b_0 = \ln a_0, \quad (3.4)$$

$$X'_1 = \ln(X_1), \quad (3.5)$$

$$X'_2 = \ln(X_2), \quad (3.6)$$

$$b_1 = a_1, \quad (3.7)$$

$$b_2 = a_2, \quad (3.8)$$

отримали:

$$Y' = b_0 + b_1 X'_1 + b_2 X'_2. \quad (3.9)$$

Тобто функція стала лінійною.

3.2. Параметри множинної лінійної регресії

Нехай є статистичні дані X'_1 , X'_2 , Y' . Кількість спостережуваних значень – n .

Коефіцієнти множинної лінійної регресії $Y' = b_0 + b_1X'_1 + b_2X'_2$, можна знайти за формулами:

$$\Delta = \begin{vmatrix} n & \sum X'_1 & \sum X'_2 \\ \sum X'_1 & \sum (X'_1)^2 & \sum X'_1X'_2 \\ \sum X'_2 & \sum X'_1X'_2 & \sum (X'_2)^2 \end{vmatrix}, \quad (3.10)$$

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} \sum Y' & \sum X'_1 & \sum X'_2 \\ \sum X'_1Y' & \sum (X'_1)^2 & \sum X'_1X'_2 \\ \sum X'_2Y' & \sum X'_1X'_2 & \sum (X'_2)^2 \end{vmatrix}, \quad (3.11)$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} n & \sum Y' & \sum X'_2 \\ \sum X'_1 & \sum X'_1Y' & \sum X'_1X'_2 \\ \sum X'_2 & \sum X'_2Y' & \sum (X'_2)^2 \end{vmatrix}, \quad (3.12)$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} n & \sum X'_1 & \sum Y' \\ \sum X'_1 & \sum (X'_1)^2 & \sum X'_1Y' \\ \sum X'_2 & \sum X'_1X'_2 & \sum X'_2Y' \end{vmatrix}, \quad (3.13)$$

$$b_0 = \frac{\Delta_0}{\Delta}, \quad (3.14)$$

$$b_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \quad (3.15)$$

$$b_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}. \quad (3.16)$$

Приклад 3.1. Нехай виробнича регресія має вигляд $Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}$ (регресія Кобба-Дугласа). Тут Y – обсяг випущеної продукції, X_1 – працезатрати, X_2 – основні засоби виробництва.

На основі статистичних даних з таблиці 3.1 знайти оцінки параметрів регресії Кобба-Дугласа.

Таблиця 3.1

Результати спостережень

№	Працезатрати X_1	Основні засоби виробництва X_2	Обсяг випущеної продукції Y
1	44,4	33,3	78,1
2	47,3	38,5	78,6
3	48,2	40,4	81,7
4	49,8	45,8	88,7
5	52,2	46,2	90,8
6	54,3	50	96,4
7	54,4	52,1	99,7
8	56,9	56,7	106,1
9	58,7	57,9	109,2
10	61,5	60,5	112,8
11	63,8	63	117,1
12	64,2	65,1	119,1

Кількість спостережуваних значень $n = 12$.

Відповідно до формули (3.5), (3.6), (3.3) шукаємо значення $X'_1 = \ln(X_1)$, $X'_2 = \ln(X_2)$, $Y' = \ln(Y)$. Результати занесені до таблиці 3.2. У таблицю тут і далі заносяться дані з заокругленням до двох знаків після коми.

Знаходимо суму стовпчиків та заносимо результати до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Обчислення параметрів множинної лінійної регресії

№	X_1	X_2	Y	$X'_1 = \ln(X_1)$	$X'_2 = \ln(X_2)$	$Y' = \ln(Y)$
1	44,4	33,3	78,1	3,79	3,51	4,25
2	47,3	38,5	78,6	3,86	3,65	4,36
3	48,2	40,4	81,7	3,88	3,70	4,40
4	49,8	45,8	88,7	3,91	3,82	4,49
5	52,2	46,2	90,8	3,96	3,83	4,51
6	54,3	50	96,4	3,99	3,91	4,57
7	54,4	52,1	99,7	4,00	3,95	4,60
8	56,9	56,7	106,1	4,04	4,04	4,66
9	58,7	57,9	109,2	4,07	4,06	4,69
10	61,5	60,5	112,8	4,12	4,10	4,73
11	63,8	63	117,1	4,16	4,14	4,76
12	64,2	65,1	119,1	4,16	4,18	4,78
Сума	655,70	609,50	1170,30	47,93	46,90	54,81

Для знаходження визначників Δ , Δ_0 , Δ_1 , Δ_2 згідно формул (3.10)-(3.12) слід знайти також $\sum (X'_1)^2$, $\sum (X'_2)^2$, $\sum X'_1 X'_2$, $\sum X'_1 Y'$, $\sum X'_2 Y'$.

Виконаємо ці обчислення та занесемо до таблиці 3.3.

За формулами (3.10)-(3.12) формуємо визначники Δ , Δ_0 , Δ_1 , Δ_2 та заходимо їхні значення:

$$\Delta = \begin{vmatrix} n & \sum X'_1 & \sum X'_2 \\ \sum X'_1 & \sum (X'_1)^2 & \sum X'_1 X'_2 \\ \sum X'_2 & \sum X'_1 X'_2 & \sum (X'_2)^2 \end{vmatrix} \approx \begin{vmatrix} 12 & 47,93 & 46,90 \\ 47,93 & 191,60 & 187,58 \\ 46,90 & 187,58 & 183,76 \end{vmatrix} \approx 0,0288,$$

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} \sum Y' & \sum X'_1 & \sum X'_2 \\ \sum X'_1 Y' & \sum (X'_1)^2 & \sum X'_1 X'_2 \\ \sum X'_2 Y' & \sum X'_1 X'_2 & \sum (X'_2)^2 \end{vmatrix} \approx \begin{vmatrix} 54,81 & 47,93 & 46,90 \\ 219,13 & 191,60 & 187,58 \\ 214,58 & 187,58 & 183,76 \end{vmatrix} \approx 0,0295,$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} n & \sum Y' & \sum X'_2 \\ \sum X'_1 & \sum X'_1 Y' & \sum X'_1 X'_2 \\ \sum X'_2 & \sum X'_2 Y' & \sum (X'_2)^2 \end{vmatrix} \approx \begin{vmatrix} 12 & 54,81 & 46,90 \\ 47,93 & 219,13 & 187,58 \\ 46,90 & 214,58 & 183,76 \end{vmatrix} \approx 0,0067,$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} n & \sum X'_1 & \sum Y' \\ \sum X'_1 & \sum (X'_1)^2 & \sum X'_1 Y' \\ \sum X'_2 & \sum X'_1 X'_2 & \sum X'_2 Y' \end{vmatrix} \approx \begin{vmatrix} 12 & 47,93 & 54,81 \\ 47,93 & 191,60 & 219,13 \\ 46,90 & 187,58 & 214,58 \end{vmatrix} \approx 0,0192.$$

Таблиця 3.3

Обчислення параметрів множинної лінійної регресії

№	X'_1	X'_2	Y'	$(X'_1)^2$	$(X'_2)^2$	$X'_1 X'_2$	$X'_1 Y'$	$X'_2 Y'$
1	3,79	3,51	4,25	14,39	12,29	13,30	16,12	14,90
2	3,86	3,65	4,36	14,87	13,33	14,08	16,83	15,93
3	3,88	3,70	4,40	15,02	13,68	14,33	17,06	16,29
4	3,91	3,82	4,49	15,27	14,63	14,95	17,53	17,15
5	3,96	3,83	4,51	15,64	14,69	15,16	17,83	17,28
6	3,99	3,91	4,57	15,96	15,30	15,63	18,25	17,87
7	4,00	3,95	4,60	15,97	15,63	15,80	18,39	18,19
8	4,04	4,04	4,66	16,33	16,30	16,32	18,85	18,83
9	4,07	4,06	4,69	16,58	16,47	16,53	19,11	19,05
10	4,12	4,10	4,73	16,97	16,83	16,90	19,46	19,39
11	4,16	4,14	4,76	17,27	17,17	17,22	19,79	19,73
12	4,16	4,18	4,78	17,32	17,44	17,38	19,89	19,96
Сума	47,93	46,90	54,81	191,60	183,76	187,58	219,13	214,58

За формулами (3.14)-(3.16) формуємо шукаємо параметри лінійної множинної регресії:

$$b_0 = \frac{\Delta_0}{\Delta} \approx \frac{0,0295}{0,0288} \approx 1,03,$$

$$b_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} \approx \frac{0,0067}{0,0288} \approx 0,23,$$

$$b_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} \approx \frac{0,0192}{0,0288} \approx 0,67.$$

Отже, множинна лінійна регресії $Y' = b_0 + b_1 X'_1 + b_2 X'_2$ отримала вигляд $Y' = 1,03 + 0,23 X'_1 + 0,67 X'_2$.

Виходячи, з формули (3.4) маємо, що

$$a_0 = e^{b_0}.$$

Тобто, $a_0 = e^{b_0} \approx e^{1,03} \approx 2,79$.

Виходячи, з формул (3.7)-(3.8) маємо, що $a_1 = b_1 \approx 0,23$, $a_2 = b_2 \approx 0,67$.

Отже, виробнича регресія Кобба-Дугласа $Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}$ отримала вигляд $Y = 2,79 X_1^{0,23} X_2^{0,67}$.

3.3. Коефіцієнт детермінації

Величина R^2 називається коефіцієнтом детермінації. Для множинної лінійної регресії коефіцієнт детермінації можна знайти за формулою:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y'_{прог} - Y'_{сер})^2}{\sum_{i=1}^n (Y' - Y'_{сер})^2}, \quad (3.17)$$

де $Y'_{сер}$ – середнє значення показника Y' ,

$Y'_{прог}$ обчислюється як $Y'_{прог} = 1,03 + 0,23X'_1 + 0,67X'_2$.

Приклад 3.2. Для спостережуваних значень факторів X_1 , X_2 та показника Y , висвітлених у прикладі 3.1, знайти коефіцієнт детермінації. Зробити висновки.

Згідно формули (3.17) шукаємо $Y'_{сер}$, $Y'_{прог}$, $(Y'_{прог} - Y'_{сер})^2$, $(Y' - Y'_{сер})^2$ та заносимо до таблиці 3.4.

Знаходимо суму стовпчиків $\sum_{i=1}^n (Y'_{прог} - Y'_{сер})^2$, $\sum_{i=1}^n (Y' - Y'_{сер})^2$ та заносимо результати до таблиці 3.4.

Згідно формули (3.17) коефіцієнт детермінації

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y'_{прог} - Y'_{сер})^2}{\sum_{i=1}^n (Y' - Y'_{сер})^2} \approx \frac{0,3140}{0,3141} \approx 0,9995.$$

Оскільки, $R^2 \approx 0,9995$, то 99,95 % вихідних даних відповідають отриманій регресії.

3.4. Оцінка адекватності множинної лінійної регресії

Для оцінки адекватності множинної лінійної регресії спостережуваним даним використовують критерій Фішера.

Таблиця 3.4

Обчислення коефіцієнта детермінації

№	$X'_1 = \ln(X_1)$	$X'_2 = \ln(X_2)$	$Y' = \ln(Y)$	$Y'_{прог}$	$(Y'_{прог} - Y'_{сер})^2$	$(Y' - Y'_{сер})^2$
1	3,79	3,51	4,25	4,25	0,100	0,101
2	3,86	3,65	4,36	4,36	0,042	0,041
3	3,88	3,70	4,40	4,40	0,028	0,027
4	3,91	3,82	4,49	4,49	0,006	0,007
5	3,96	3,83	4,51	4,51	0,004	0,003
6	3,99	3,91	4,57	4,57	0,000	0,000
7	4,00	3,95	4,60	4,60	0,001	0,001
8	4,04	4,04	4,66	4,67	0,010	0,009
9	4,07	4,06	4,69	4,69	0,014	0,016
10	4,12	4,10	4,73	4,73	0,025	0,025
11	4,16	4,14	4,76	4,76	0,038	0,038
12	4,16	4,18	4,78	4,79	0,048	0,045
Сума					0,3140	0,3141
Середнє			4,57			

Розрахункове значення критерію Фішера знаходять за формулою

$$F_{розр} = \frac{\frac{R^2}{k-1}}{\frac{1-R^2}{n-k}}, \quad (3.18)$$

де R^2 – коефіцієнтом детермінації, n – кількість спостережуваних значень, k – число параметрів рівняння регресії.

Для регресії вигляду $Y' = b_0 + b_1X'_1 + b_2X'_2$ маємо три параметри. Отже, $k = 3$.

Табличне значення критерію Фішера беруть зі статистичних таблиць для статистики Фішера з $k-1$ та $n-k$ степенями свободи і рівнем надійності $1-\alpha$: $F_{табл} = F(k-1; n-k; 1-\alpha)$.

Якщо $F_{табл} < F_{розр}$, то з надійністю α регресія є статистично значимою.

Приклад 3.3. Для спостережуваних значень факторів X_1 , X_2 та показника Y , висвітлених у прикладі 3.1, оцінити адекватність прийнятої моделі $Y' = 1,03 + 0,23X_1' + 0,67X_2'$ статистичним даним з надійністю $\alpha = 0,95$, використовуючи критерій Фішера. Зробити висновки.

Як вже з'ясовано вище, тут $n=12$, $k=3$, $R^2 \approx 0,9995$. Отже, за формулою (3.18) розрахункове значення критерію Фішера

$$F_{розр} = \frac{\frac{R^2}{k-1}}{\frac{1-R^2}{n-k}} \approx \frac{\frac{0,9995}{3-1}}{\frac{1-0,9995}{12-3}} \approx 9376,30.$$

Знайдемо табличне значення критерію Фішера за статистичною таблицею:

$$F_{табл} = F(k-1; n-k; 1-\alpha) = F(3-1; 12-3; 1-0,95) = F(2; 9; 0,05) \approx 4,26.$$

Порівнюємо числа, бачимо, що $F_{табл} \approx 4,26 < F_{розр} \approx 9376,30$.

Отже, отримана модель $Y' = 1,03 + 0,23X_1' + 0,67X_2'$ достовірна статистичним даним із ймовірністю 0,95.

3.5. Прогнозовані значення показника та точковий прогноз

Для того, щоб для спостережуваних значень факторів X_1 , X_2 та показника $Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}$, знайти прогнозовані значення $Y_{прог}$ показника Y , слід

спостережувані значення факторів X_1 , X_2 підставити у формулу регресії. Тобто

$$Y_{прог} = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}.$$

Для знаходження точкового прогнозу $y_{прог}$ для значень факторів $x_{1прог}$, $x_{2прог}$ слід значення факторів $x_{1прог}$, $x_{2прог}$ підставити у формулу регресії $Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}$.

Тобто $y_{прог} = a_0 x_{1прог}^{a_1} x_{2прог}^{a_2}$.

Приклад 3.4. Для спостережуваних значень факторів X_1 , X_2 та показника Y , висвітлених у прикладі 3.1, згідно отриманої регресії Коба-Дугласа $Y = 2,79 X_1^{0,23} X_2^{0,67}$ знайти прогнозовані значення обсягу випущеної продукції. Знайти точковий прогноз для значень факторів $x_{1прог} = 65,2$, $x_{2прог} = 67,1$.

Оскільки, регресія Коба-Дугласа має вигляд $Y = 2,79 X_1^{0,23} X_2^{0,67}$, то для обчислення прогнозованих значень обсягу випущеної продукції слід спостережувані значення факторів X_1 , X_2 підставити у формулу регресії. Тобто $Y_{прогн} \approx 2,79 X_1^{0,23} X_2^{0,67}$.

Знайдені значення $Y_{прогн}$ заносимо до таблиці 3.5.

Як бачимо, прогнозовані значення показника $Y_{прогн}$ близькі до статистичних даних Y .

Обчислимо значення прогнозу. При $x_{1прог} = 65,2$, $x_{2прог} = 67,1$ прогнозне значення фактора $y_{прог} = 2,79 \cdot x_{1прог}^{0,23} \cdot x_{2прог}^{0,67} \approx 2,79 \cdot 65,2^{0,23} \cdot 67,1^{0,67} \approx 122,64$.

Ці результати також заносимо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Обчислення прогнозованого значення показника

№	X_1	X_2	Y	$Y_{прогн} \approx 2,79 X_1^{0,23} X_2^{0,67}$
1	44,4	33,3	78,1	70,22
2	47,3	38,5	78,6	78,52
3	48,2	40,4	81,7	81,45

№	X_1	X_2	Y	$Y_{прогн} \approx 2,79X_1^{0,23}X_2^{0,67}$
4	49,8	45,8	88,7	89,24
5	52,2	46,2	90,8	90,75
6	54,3	50	96,4	96,56
7	54,4	52,1	99,7	99,29
8	56,9	56,7	106,1	106,17
9	58,7	57,9	109,2	108,45
10	61,5	60,5	112,8	112,90
11	63,8	63	117,1	116,99
12	64,2	65,1	119,1	119,75
Прогноз	65,2	67,1		122,64

3.6. Коефіцієнти ефективності виробничої функції Кобба-Дугласа

Для виробничої функції розрізняють шість коефіцієнтів ефективності. Розглянемо їх.

1) Середня продуктивність ресурсу:

$$M_i = \frac{Y_c}{X_{ic}}, \quad (3.19)$$

де Y_c – середнє значення показника Y ,

X_{ic} – середнє значення фактору X_i .

Це значить, що на 1 у. о. обсягу виробленої продукції приходитьсѐ M_1 у. о. працезатрат і M_2 у. о. виробничих фондів.

2) Гранична ефективність ресурсу:

$$E_i = a_i \quad (3.20)$$

де a_i – параметри регресії Кобба-Дугласа $Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}$.

Це значить, що якщо працеватрати зростуть на 1 у. о., то обсяг виробленої продукції зросте на E_1 у. о. і, якщо виробничі фонди зростуть на 1 у. о., то обсяг виробленої продукції зросте на E_2 у. о.

3) Еластичність ресурсу:

$$D_i = \frac{E_i}{M_i} \quad (3.21)$$

де M_i – середня продуктивність i -ого ресурсу,

E_i – гранична ефективність i -ого ресурсу,

Отже, якщо працеватрати зростуть на 1 %, то обсяг випущеної продукції зросте на D_1 %; якщо виробничі фонди зростуть на 1 %, то обсяг випущеної продукції зросте на D_2 %.

4) Сумарна еластичність:

$$D = \sum_i D_i \quad (3.22)$$

де D_i – еластичність i -ого ресурсу,

Отже, обсяг випущеної продукції збільшиться на D %, якщо працеватрати та виробничі фонди зростуть одночасно на 1 %.

5) Міра ефективності ресурсу:

$$G_i = \frac{E_i}{X_{ic}} \quad (3.23)$$

де E_i – гранична ефективність i -ого ресурсу,

X_{ic} – середнє значення фактору X_i .

Отже, G_1 у. о. додаткової продукції, що виготовляється додатковим ресурсом працевитрат в 1 у. о. приходить на 1 у. о. працевитрат; G_2 у. о. додаткової продукції, що виготовляється додатковими виробничими фондами, приходить на 1 у. о. виробничих фондів.

б) Гранична міра заміщення:

$$H_{ij} = -\frac{E_i}{E_j} \quad (3.24)$$

де E_i – гранична ефективність i -ого ресурсу,

E_j – гранична ефективність j -ого ресурсу.

Для знайденого значення H_{12} це значить, що на $-H_{12}$ у. о. потрібно збільшити середню ефективність працевитрат, щоб компенсувати зменшення середньої ефективності виробничих фондів на 1 у. о. при умові, що обсяг продукції не зміниться.

Приклад 3.5. Для спостережуваних значень факторів X_1 , X_2 та показника Y , висвітлених у прикладі 3.1 і отриманої регресії Коба-Дугласа $Y = 2,79X_1^{0,23}X_2^{0,67}$ визначити коефіцієнти ефективності виробничої функції Кобба-Дугласа. Зробити висновки.

1) У таблиці 3.2 подані значення сум для факторів X_1 , X_2 та показника Y : $\sum X_1 = 655,7$, $\sum X_2 = 609,5$, $\sum Y = 1170,3$.

Кількість спостережуваних значень $n = 12$.

Знаходимо середні значення факторів та показника:

$$X_{1c} = \frac{\sum X_1}{n} = \frac{655,7}{12} \approx 54,64,$$

$$X_{2c} = \frac{\sum X_2}{n} = \frac{609,5}{12} \approx 50,79,$$

$$Y_c = \frac{\sum Y}{n} = \frac{1170,3}{12} \approx 97,53.$$

Згідно формули (3.19) середня продуктивність працездат

$$M_1 = \frac{Y_c}{X_{1c}} \approx \frac{97,53}{56,64} \approx 1,78, \quad \text{а середня продуктивність виробничих фондів}$$

$$M_2 = \frac{Y_c}{X_{2c}} \approx \frac{97,53}{50,79} \approx 1,92.$$

Тобто, що на 1 у. о. обсягу виробленої продукції приходить 1,78 у. о. працездат і 1,92 у. о. виробничих фондів.

2) Регресія Кобба-Дугласа $Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}$ для наших спостережуваних даних має вигляд $Y = 2,79 X_1^{0,23} X_2^{0,67}$. Отже, $a_1 \approx 0,23$, $a_2 \approx 0,67$.

Згідно формули (3.20) гранична ефективність працездат $E_1 = a_1 \approx 0,23$, гранична ефективність виробничих фондів $E_2 = a_2 \approx 0,67$.

Це значить, що якщо працездат зростуть на 1 у. о., то обсяг виробленої продукції зросте на 0,23 у. о. і, якщо виробничі фонди зростуть на 1 у. о., то обсяг виробленої продукції зросте на 0,67 у. о.

$$3) \text{ Згідно формули (3.21) еластичність працездат } D_1 = \frac{E_1}{M_1} \approx \frac{0,23}{1,78} \approx 0,13,$$

$$\text{еластичність виробничих фондів } D_2 = \frac{E_2}{M_2} \approx \frac{0,67}{1,95} \approx 0,35.$$

Отже, якщо працездат зростуть на 1 %, то обсяг випущеної продукції зросте на 0,13 %; якщо виробничі фонди зростуть на 1 %, то обсяг випущеної продукції зросте на 0,35 %.

$$4) \text{ Згідно формули (3.22) сумарна еластичність } D = D_1 + D_2 \approx 0,13 + 0,35 \approx 0,48.$$

Отже, обсяг випущеної продукції збільшиться на 0,48 %, якщо працезатрати та виробничі фонди зростуть одночасно на 1 %.

5) Згідно формули (3.23) міра ефективності працезатрат $G_1 = \frac{E_1}{X_{1c}} \approx \frac{0,23}{56,64} \approx 0,0043$, міра ефективності виробничих фондів $G_2 = \frac{E_2}{X_{2c}} \approx \frac{0,67}{50,79} \approx 0,0132$.

Отже, 0,0043 у. о. додаткової продукції, що виготовляється додатковим ресурсом працезатрат в 1 у. о. приходить на 1 у. о. працезатрат; 0,0132 у. о. додаткової продукції, що виготовляється додатковими виробничими фондами, приходить на 1 у. о. виробничих фондів.

6) Згідно формули (3.24) гранична міра заміщення $H_{12} = -\frac{E_1}{E_2} \approx \frac{0,23}{0,67} \approx -0,35$.

Це значить, що на 0,35 у. о. потрібно збільшити середню ефективність працезатрат, щоб компенсувати зменшення середньої ефективності виробничих фондів на 1 у. о. при умові, що обсяг продукції не зміниться.

3.7. Ізокванта

Для більш повного уявлення про виробничу функцію Кобба-Дугласа розглянемо її ізокванти.

В тих виробництвах, де фактори взаємозамінні, одного й того ж результату можна досягти різною комбінацією факторів виробництва.

Геометричне місце точок факторів X_1 та X_2 , для яких показник обсягу виробництва продукції Y залишається сталим, називається ізоквантою (рис. 3.1).

Щоб побудувати ізокванту, необхідно виразити один з факторів виробничої регресії через інший фактор і сталі значення показника регресії Y_0 :

$$X_1 = \frac{Y_0^{\frac{1}{a_1}}}{a_0^{\frac{1}{a_1}} X_2^{\frac{a_2}{a_1}}} \quad (3.25)$$

У формулі (3.25) фактор X_1 виразили через фактор X_2 та сталі значення показника регресії Y_0 .

Якщо сталу $\left(\frac{Y_0}{a_0}\right)^{\frac{1}{a_1}}$ позначити через b , то отримаємо залежність:

$$X_1 = \frac{b}{X_2^{\frac{a_2}{a_1}}} \quad (3.26)$$

У випадку, коли $a_2 = a_1$ одержимо гіперболу $X_1 = \frac{b}{X_2}$.

Приклад 3.6. Побудувати ізокванту для $Y = y_1 = 70,1$ для регресії $Y = 2,79 X_1^{0,23} X_2^{0,67}$.

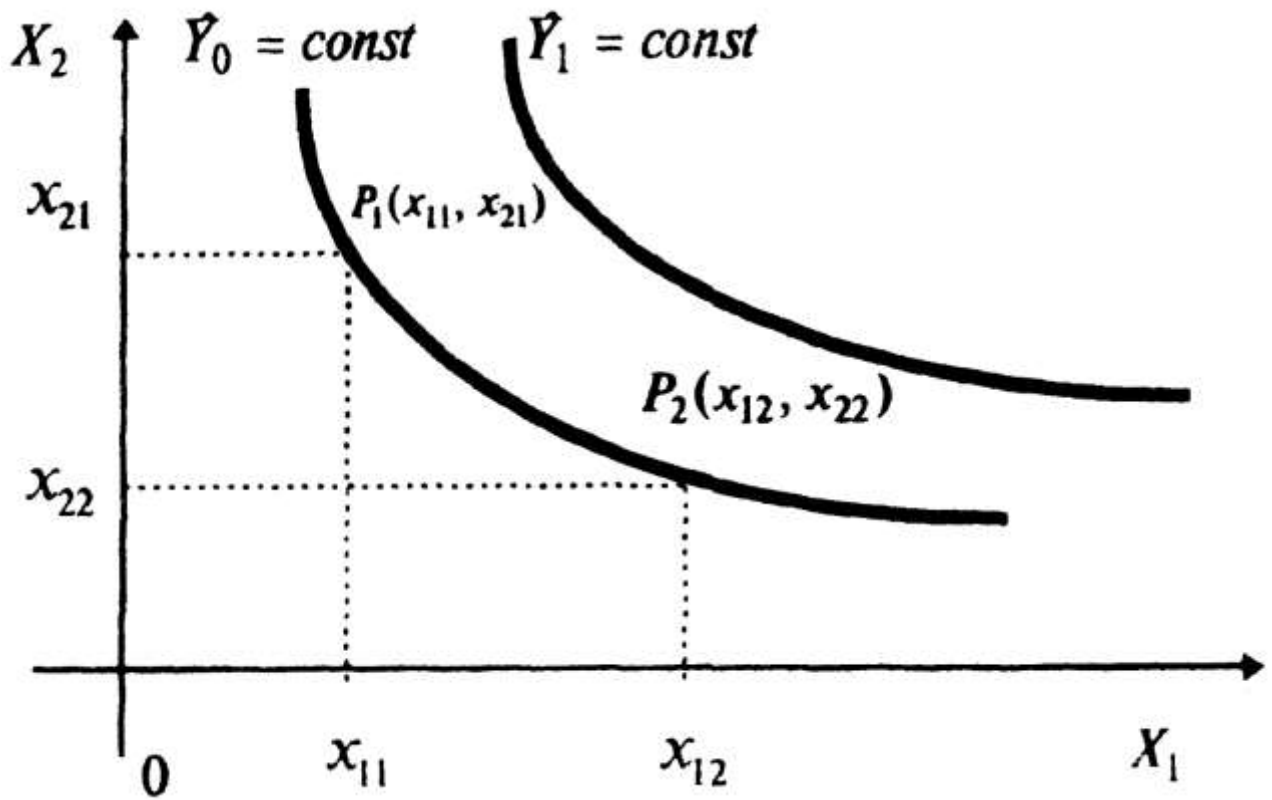


Рис. 3.1 – Сімейство ізоквант

Значення показника $y_1 = 70,1$ спостерігалось при значення факторів $x_1 = 44,4$, $x_2 = 44,4$.

Щоб побудувати ізокванту, знайдемо спочатку значення параметра $b = \left(\frac{Y_0}{a_0}\right)^{\frac{1}{a_1}}$. Тут Y_0 – це стале значення показника.

Враховуючи, що значення показника шукається за формулою регресії $Y = a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}$, отримуємо:

$$b = \left(\frac{Y_0}{a_0}\right)^{\frac{1}{a_1}} = \left(\frac{a_0 X_1^{a_1} X_2^{a_2}}{a_0}\right)^{\frac{1}{a_1}} = \left(X_1^{a_1} X_2^{a_2}\right)^{\frac{1}{a_1}} = \left(X_1^{a_1}\right)^{\frac{1}{a_1}} \left(X_2^{a_2}\right)^{\frac{1}{a_1}} = X_1 X_2^{\frac{a_2}{a_1}}.$$

У прикладі сталі значення взято як перше значення у статистичній вибірці. Тобто у нас сталі значення показника – це 70,1, яке спостерігалось при значеннях факторів $x_1 = 44,4$ та $x_2 = 44,4$.

Підставляємо значення факторів $x_1 = 44,4$ та $x_2 = 44,4$ у останню формулу:

$$b = x_1 x_2^{\frac{a_2}{a_1}} \approx [a_1 \approx 0,23, a_2 \approx 0,67] \approx 44,4 \cdot 33,3 \frac{0,67}{0,23} \approx 1\,050\,617,54.$$

Занесемо у таблицю 3.6 спостережувані значення X_2 , сталі значення $Y = y_1 = 70,1$.

Значення фактору X_1 обчислюємо за формулою 3.26 для заданих у табл. 3.6 X_2 та Y . Обраховані значення фактору X_1 також вносимо до табл. 3.6.

На основі таблиці 3.6. побудуємо ізокванту (рис. 3.2), яка показує залежність між працезатратами X_1 та основними засобами виробництва X_2 .

Таблиця 3.6

Ізокванта

№	Обсяг випущеної продукції, Y , $Y = y_1$	Працезатрати, X_1 , $X_{1i} = \frac{b}{\frac{a_2}{a_1} X_{2i}^{\frac{a_2}{a_1}}}$	Основні засоби виробництва, X_2
1	70,1	44,40	33,30
2	70,1	29,26	38,50
3	70,1	25,48	40,40
4	70,1	17,77	45,80

5	70,1	17,33	46,20
6	70,1	13,81	50,00
7	70,1	12,27	52,10
8	70,1	9,62	56,70
9	70,1	9,06	57,90
10	70,1	7,99	60,50
11	70,1	7,11	63,00
12	70,1	6,47	65,10

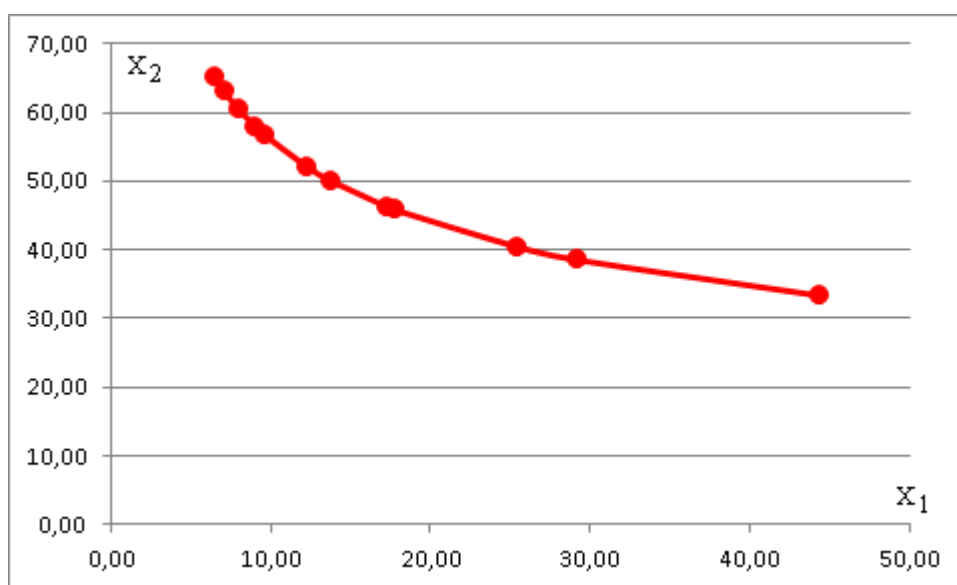


Рис. 3.2 – Ізокванта

3.8. Інструкція по роботі з програмою. Опис та тестування програми

Для побудови виробничої функції Кобба-Дугласа та аналізу коефіцієнтів її ефективності було створено програму.

Вихідні дані до програми розташовуються у текстовому файлі «Data.txt», який повинен розташовуватись там же, де і виконуваний файл програми.

На рис. 3.3-3.5 показано вміст текстового файлу.

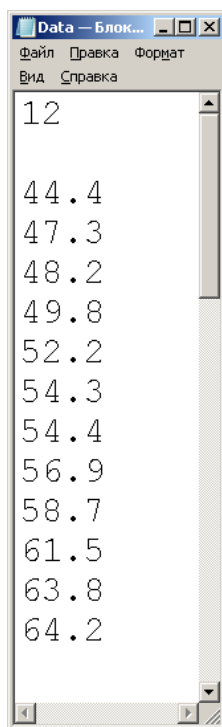


Рис. 3.3 – Текстовий файл з вихідними даними

Спочатку слід внести кількість спостережуваних значень n (рис. 3.3.), далі значення фактору X_1 (рис. 3.3), потім значення фактору X_2 (рис. 3.4), далі значення показника Y (рис. 3.5). В кінці слід вказати значення факторів $x_{1прог}$, $x_{2прог}$ (прогноз, рис. 3.5), для яких буде обчислюватися прогнозоване значення показника $y_{прог}$.

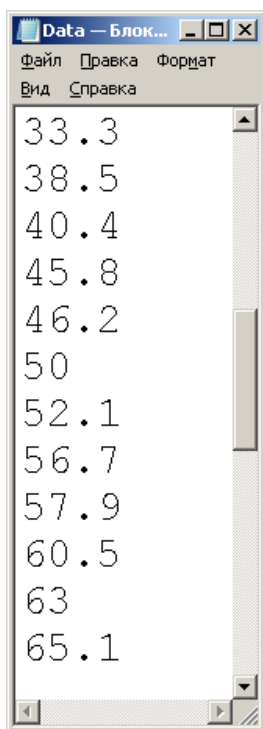


Рис. 3.4 – Текстовий файл з вихідними даними (продовження рис. 3.3)

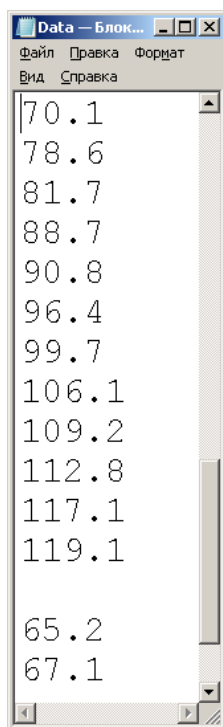


Рис. 3.5 – Текстовий файл з вихідними даними (продовження рис. 3.4)

Після створення такого файлу можна запускати програму. Спочатку відкривається титульне вікно (рис. 3.6).

Далі з'являється друге вікно (рис. 3.7).

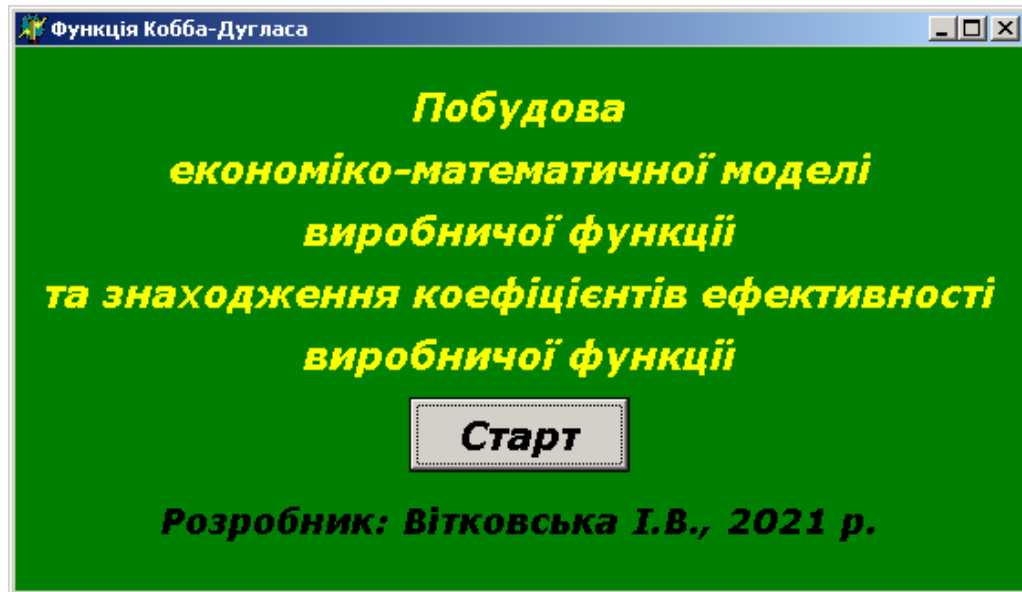


Рис. 3.6 – Перше вікно програми

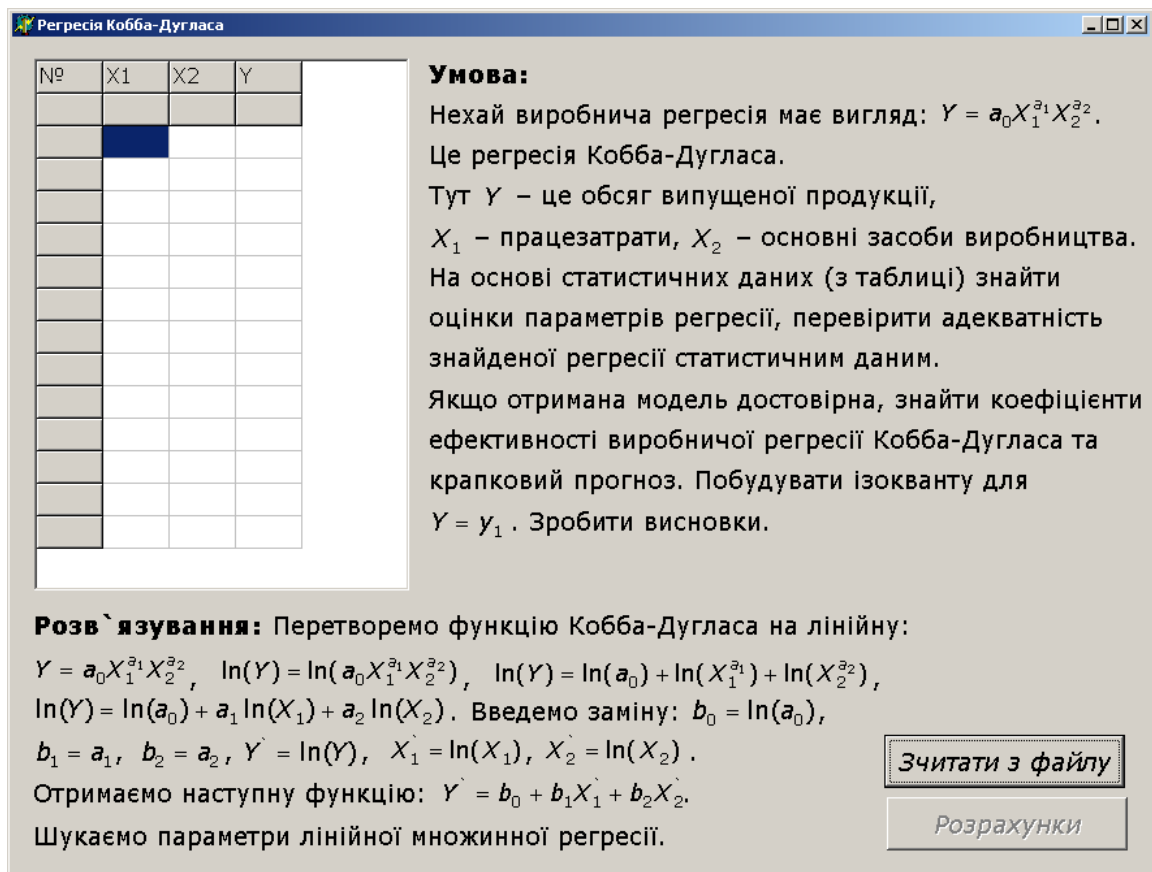


Рис. 3.7 – Друге вікно програми

Друга форма містить завдання програми, та процес зведення функції Кобба-Дугласа до лінійної множинної регресії. Слід натиснути кнопку «Зчитати з файлу». Це приведе до відображення вихідних даних на екрані (рис. 3.8).

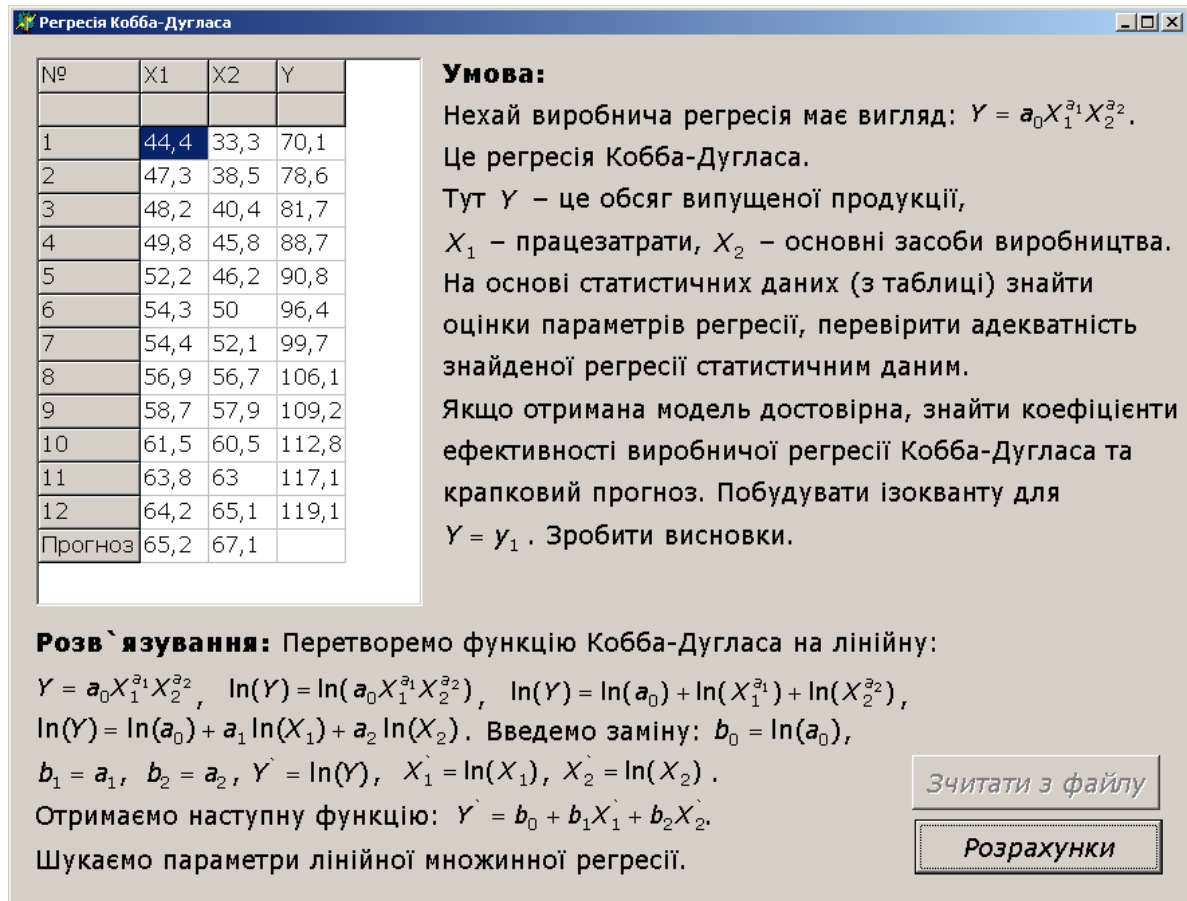


Рис. 3.8 – Друге вікно програми із вхідними даними

Потім натискають кнопку «Розрахунки».

З'являється третє вікно програми (рис. 3.9).

Третя форма показує усі розрахунки необхідні для обчислення параметрів лінійної множинної регресії, а також відображає отриману лінійну регресію.

Тут натискають кнопку «Далі».

З'являється четверте вікно програми (рис. 3.10).

Четверта форма (рис. 3.10) показує повернення до функції Кобба-Дугласа, усі розрахунки необхідні для обчислення коефіцієнту детермінації, розрахункового

значення критерію Фішера. Тут перевіряється адекватність моделі, шукається прогнозоване значення показника $y_{прог}$, робляться висновки.

Обчислення параметрів лінійної множинної регресії

№	X1	X2	Y	X'1=ln(X1)	X'2=ln(X2)	Y'=ln(Y)	(X'1)^2	(X'2)^2	(X'1)*(X'2)	(X'1)*(Y')	(X'2)*(Y')
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	44,4	33,3	70,1	3,79	3,51	4,25	14,39	12,29	13,30	16,12	14,90
2	47,3	38,5	78,6	3,86	3,65	4,36	14,87	13,33	14,08	16,83	15,93
3	48,2	40,4	81,7	3,88	3,70	4,40	15,02	13,68	14,33	17,06	16,29
4	49,8	45,8	88,7	3,91	3,82	4,49	15,27	14,63	14,95	17,53	17,15
5	52,2	46,2	90,8	3,96	3,83	4,51	15,64	14,69	15,16	17,83	17,28
6	54,3	50	96,4	3,99	3,91	4,57	15,96	15,30	15,63	18,25	17,87
7	54,4	52,1	99,7	4,00	3,95	4,60	15,97	15,63	15,80	18,39	18,19
8	56,9	56,7	106,1	4,04	4,04	4,66	16,33	16,30	16,32	18,85	18,83
9	58,7	57,9	109,2	4,07	4,06	4,69	16,58	16,47	16,53	19,11	19,05
10	61,5	60,5	112,8	4,12	4,10	4,73	16,97	16,83	16,90	19,46	19,39
11	63,8	63	117,1	4,16	4,14	4,76	17,27	17,17	17,22	19,79	19,73
12	64,2	65,1	119,1	4,16	4,18	4,78	17,32	17,44	17,38	19,89	19,96
Сума				47,93	46,90	54,81	191,60	183,76	187,58	219,13	214,58

delta=

12,00	47,93	46,90
47,93	191,60	187,58
46,90	187,58	183,76

= 0,03

delta1=

12,00	54,81	46,90
47,93	219,13	187,58
46,90	214,58	183,76

= 0,01

b0= 1,03

delta0=

54,81	47,93	46,90
219,13	191,60	187,58
214,58	187,58	183,76

= 0,03

delta2=

12,00	47,93	54,81
47,93	191,60	219,13
46,90	187,58	214,58

= 0,02

b1= 0,23

b2= 0,67

Рис. 3.9 – Третє вікно програми

Потім натискають кнопку «Далі».

З'являється п'яте вікно програми (рис. 3.11).

П'ята форма призначена для обчислення коефіцієнтів ефективності регресії Кобба-Дугласа. За знайденими коефіцієнтами формулюються висновки.

Знову натискають кнопку «Далі».

На екрані з'являється шосте вікно програми (рис. 3.12). У цьому вікні будується ізокванта для першого значення зі статичної вибірки. Також відображені необхідні для цього обчислення.

Форми програми містять кнопку «Назад», яка дозволяє повернутися до попередніх вікон (обчислень) програми.

Перевірка якості моделі

№	X1	X2	Y	X'1=ln(X1)	X'2=ln(X2)	Y'=ln(Y)	Y'прог	(Y'прог-Y'сер)^2	(Y'-Y'сер)^2	Yпрог
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	44,4	33,3	70,1	3,79	3,51	4,25	4,25	0,0996	0,1008	70,22
2	47,3	38,5	78,6	3,86	3,65	4,36	4,36	0,0416	0,0412	78,52
3	48,2	40,4	81,7	3,88	3,70	4,40	4,40	0,0280	0,0270	81,45
4	49,8	45,8	88,7	3,91	3,82	4,49	4,49	0,0058	0,0067	89,24
5	52,2	46,2	90,8	3,96	3,83	4,51	4,51	0,0035	0,0034	90,75
6	54,3	50	96,4	3,99	3,91	4,57	4,57	0,0000	0,0000	96,56
7	54,4	52,1	99,7	4,00	3,95	4,60	4,60	0,0009	0,0012	99,29
8	56,9	56,7	106,1	4,04	4,04	4,66	4,67	0,0095	0,0094	106,17
9	58,7	57,9	109,2	4,07	4,06	4,69	4,69	0,0141	0,0158	108,45
10	61,5	60,5	112,8	4,12	4,10	4,73	4,73	0,0253	0,0251	112,90
11	63,8	63	117,1	4,16	4,14	4,76	4,76	0,0379	0,0383	116,99
12	64,2	65,1	119,1	4,16	4,18	4,78	4,79	0,0476	0,0452	119,75
Сума								0,3140	0,3141	
Середнє						4,57				
Прогноз	65,2	67,1								122,64

$a_0 = e^{b_0}$ $a_0 = 2,79$

Функція Кобба-Дугласа:
 $Y = 2,79 X_1^{0,23} X_2^{0,67}$
 Коефіцієнт детермінації:
 $R^2 = 0,99952$
 Перевірка достовірності моделі:
 $F_{розр} = 9376,30$ $F_{табл} = 4,26$

Висновки:
 1). Оскільки, коефіцієнт детермінації = 0,99952, то 99,952% вихідних даних підпорядковуються обраній регресії.
 2). Оскільки, $F_{розр} = 9376,30 > F_{табл} = 4,26$, то отримана модель достовірна з ймовірністю 0,95.
 3). Підставивши прогнозні значення у формулу отриманої регресії, знайдемо середнє значення прогнозу: 122,64.

Назад Далі

Рис. 3.10 – Четверте вікно програми

Коефіцієнти ефективності виробничої регресії Кобба-Дугласа

№	X1	X2	Y
1	44,4	33,3	70,1
2	47,3	38,5	78,6
3	48,2	40,4	81,7
4	49,8	45,8	88,7
5	52,2	46,2	90,8
6	54,3	50	96,4
7	54,4	52,1	99,7
8	56,9	56,7	106,1
9	58,7	57,9	109,2
10	61,5	60,5	112,8
11	63,8	63	117,1
12	64,2	65,1	119,1
Середнє	54,64	50,79	97,52

Обчислено коефіцієнти ефективності:

- Середня продуктивність ресурсу: $M_i = \frac{Y_i}{X_{ic}}$
 $M_1 = 1,785$ - середня продуктивність працездат.
 $M_2 = 1,920$ - середня продуктивність виробничих фондів.
- Гранична ефективність ресурсу: $E_i = a_i$
 $E_1 = 0,233$ - гранична ефективність працездат.
 $E_2 = 0,668$ - гранична ефективність виробничих фондів.
- Еластичність ресурсу: $D_i = \frac{E_i}{M_i}$
 $D_1 = 0,130$ - еластичність працездат.
 $D_2 = 0,348$ - еластичність виробничих фондів.
- Суарна еластичність: $D = \sum D_i$ $D = 0,478$
- Міра ефективності ресурсу: $G_i = \frac{E_i}{X_{ic}}$
 $G_1 = 0,004$ - міра ефективності працездат.
 $G_2 = 0,013$ - міра ефективності виробничих фондів.
- Гранична міра заміщення: $H_i = -\frac{E_i}{E_j}$ $H_{1,2} = -0,348$

Висновки:
 1). На 1 у.о. обсягу виробленої продукції приходить 1,785 у.о. працездат і 1,920 у.о. виробничих фондів.
 2). Якщо працездатні зростуть на 1 у.о., то обсяг виробленої продукції зросте на 0,233 у.о. і, якщо виробничі фонди зростуть на 1 у.о., то обсяг виробленої продукції зросте на 0,668 у.о.
 3). Якщо працездатні зростуть на 1%, то обсяг випущеної продукції зросте на 0,130%, якщо виробничі фонди зростуть на 1%, то обсяг випущеної продукції зросте на 0,348%.
 4). Обсяг випущеної продукції збільшиться на 0,478%, якщо працездатні та виробничі фонди зростуть одночасно на 1%.
 5). 0,004 у.о. додаткової продукції, що виготовляється додатковим ресурсом працездат в 1 у.о., приходить на 1 у.о. працездат; 0,013 у.о. додаткової продукції, що виготовляється додатковими виробничими фондами, приходить на 1 у.о. виробничих фондів.
 6). На 0,348 у.о. потрібно збільшити середню ефективність працездат, щоб компенсувати зменшення середньої ефективності виробничих фондів на 1 у.о. за умови, що обсяг продукції не зміниться.

Далі Назад

Рис. 3.11 – П'яте вікно програми

Останнє вікно (рис. 3.12) крім того містить кнопку «Вихід» для завершення роботи з програмою.

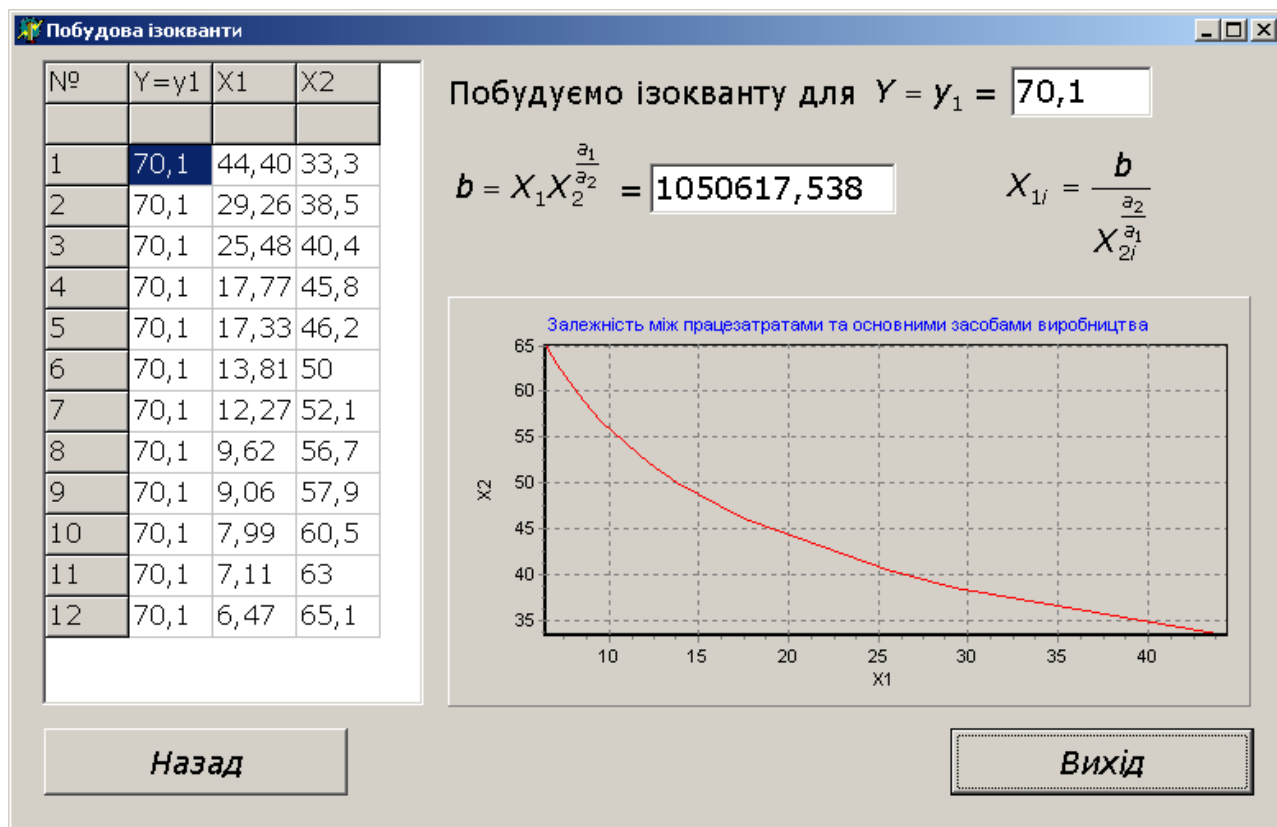


Рис. 3.12 – Шосте вікно програми

Опис та тестування програми. Програма написана на мові Object Pascal у програмному середовищі Delphi.

Програма універсальна. Змінивши кількість спостережуваних значень n та (або) значення факторів X_1 , X_2 , показника Y у текстовому файлі «Data.txt», отримаємо побудову виробничої функції з іншими параметрами та аналіз коефіцієнтів її ефективності на основі вже нових даних.

Обмеження програми: програма розрахована на кількість спостережуваних значень n від 4 до 30.

Це пов'язано з наявною у програмі функцією F_table, яка повертає табличне значення критерію Фішера лише для таких значень n . Модифікувавши цю функцію, можна розширити функціонал програми на більшу кількість спостережуваних значень n .

Друге обмеження програми: адекватність моделі перевіряється зі значенням ймовірності 0,95. Це також пов'язано з функцією F_table, яка повертає табличне

значення критерію Фішера лише для такої ймовірності. Зміна функції дасть змогу зробити програму ще більш універсальною.

Повний код програми наведено у додатках.

Тестування програми. Робота програми (рис. 3.3-3.12) перевірена на прикладах 3.1-3.6. Результати збіглись, що говорить про коректність роботи програми.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було розглянуто теоретичну інформацію з регресійного аналізу, яка стосується виробничої функції Кобба-Дугласа. А саме, були висвітлені формули:

- для зведення виробничої функції Кобба-Дугласа з двома факторами до множинної лінійної регресії;
- знаходження параметрів множинної лінійної регресії;
- з переходу від множинної лінійної регресії до виробничої функції Кобба-Дугласа з двома факторами;
- для перевірки надійності економетричної моделі експериментальним даним;
- для обчислення коефіцієнта детермінації;
- для знаходження прогнозованого значення показника;
- для обрахування коефіцієнтів ефективності виробничої функції Кобба-Дугласа;
- для побудови ізокванти.

Було описано, як інтерпретувати ці показники, як проводити економічний аналіз.

Була написана програма, у якій за статистичними даними будується регресія Кобба-Дугласа та здійснюється економічний аналіз.

У розділі зазначено вхідні дані програми, інструкцію по роботі з програмою, обмеження програми.

Програма була протестована. Результати, обраховані програмою, та висновки, сформульовані програмою, збіглися з розрахунками та висновками, висвітленими у прикладах розділу.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розглянуто основні поняття економіко-статистичних методів аналізу діяльності підприємства та способи їх застосування, основні групи характеристик, які визначають якість функціонування підприємства, якість самого процесу застосування економіко-статистичних методів та формування компетентності і професіоналізму деяких працівників підприємства.

Проаналізовано чинники, які впливають на якість роботи, а саме застосування новітніх інформаційних технологій, та впровадження програм які спрощують роботу на певних секторах.

У другому розділі проаналізовано діяльність Приватного акціонерного товариства «Діанівська птахофабрика», визначено організаційну структуру підприємства.

Також розглянуто фінансово-економічну характеристику підприємства.

Аналіз основних економічних показників діяльності проводився на підставі даних річних балансів підприємства. В другому розділі проаналізовано фінансові результати за 2011-2019 рр.

В 2018 році спостерігається зростання витрат підприємства. Вони викликані перш за все здороженням основних матеріалів (комбікорм, вет. препарати, яйця на інкубацію), паливно-мастильних матеріалів, послуг сторонніх організацій тощо, які істотно впливають на собівартість.

За розглянуті роки можна спостерігати суттєві коливання величини прибутку, причому протягом окремих трьох місяців досліджуваного періоду підприємство було прибутковим. В 2012 р. прибуток підприємства складав 3086 тис. грн., в 2014 р. – 3261 тис. грн. і в 2019 – 92 тис. грн.

Важливим фактором у побудові системи якості роботи підприємства є застосування новітніх технологій, та методів економіко – статистичного аналізу.

У дипломній роботі розглянуто теоретичну інформацію з регресійного аналізу, яка стосується виробничої функції Кобба-Дугласа.

А саме, було розглянуто теоретичний матеріал для:

- для зведення виробничої функції Кобба-Дугласа з двома факторами до множинної лінійної регресії;
- знаходження параметрів множинної лінійної регресії;
- з переходу від множинної лінійної регресії до виробничої функції Кобба-Дугласа з двома факторами;
- для перевірки надійності економетричної моделі експериментальним даним;
- для обчислення коефіцієнта детермінації;
- для знаходження прогнозованого значення показника;
- для обрахування коефіцієнтів ефективності виробничої функції Кобба-Дугласа;
- для побудови ізокванти.

Була написана програма, у якій за статистичними даними будується регресія Кобба-Дугласа та здійснюється економічний аналіз.

У третьому розділі дипломної роботи описано вхідні дані програми, надано інструкцію по роботі з програмою, наведено обмеження програми.

Програма була протестована. Результати, обраховані програмою, та висновки, сформульовані програмою, збіглися з розрахунками та висновками, висвітленими у прикладах розділу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білуха М.Т. Основи наукових досліджень: Підручник для студ. екон. спец. вузів. – К.: Вища школа, 1997. – 271 с.
2. Теория статистики: Учебник/ Под ред. проф. Р.А.Шмойловой. – 3-е изд., перераб. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 560 с.
3. Єріна А.М., Захожий В.Б., Єрін Д.Л. Методологія наукових досліджень: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 212 с.
4. Бек В.Л. Теорія статистики: Курс лекцій. Навчальний посібник – Київ: ЦУЛ, 2002. – 288с
5. Герасименко С.С., Головач А.В., Єріна А.М. Статистика: Підручник. – К, 2000. – 467с.
6. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2001. – 170с.
7. Касьяненко В.О., Старченко Л.В. Моделювання та прогнозування економічних процесів. Конспект лекцій: Навч. посібник. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2006. – 185с.
8. Лугінін О. Є., Білоусова С.В. Статистика: Підручник. – Київ, Центр навчальної літератури, 2005. – 580с.
9. Мармоза А.Г. Теорія статистики. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. -392с.
10. Статистика: Підручник/ А.В. Головач, А.М. Єріна, О.В Козирєв та ін.; за ред. А.В. Головача, А.М. Єріна. – Київ: Вища школа, 1993. – 623с.
11. Теорія статистики/ Вашків П.Г., Пастер П.І., Сторожук В.П., Ткач Є.І.. – К.: Либідь, 2001. – 368с.
12. Толбатов Ю.А. Економетрика: підручник для студентів екон. спеціальн. вищ. навч. закл. / Ю.А. Толбатов. – К.: Четверта хвиля, 1997. – 320 с.
13. Ставицький А.В. Навчально-методичний комплекс з курсу «Економетрика» / А.В. Ставицький. – К., В-во КНУ ім. Т. Шевченка, 2004. – 112 с.
14. Вітковська І.В. Застосування економіко-статистичних методів на підприємстві / І.В. Вітковська // Економіка сьогодні: проблеми, моделювання та

управління : матеріали X Всеукраїнської науково-практичної Інтернет - конференції (19–20 листопада 2020 року, м. Полтава). – Полтава : ПУЕТ, 2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.economicstoday2020.ukrbb.net/viewtopic.php?f=5&t=19>

15. Бен Ламберт. Эконометрика для студентов и выпускников - YouTube
Burkey Academy – burkeyacademy.com/home/statistics-econometrics Эконометрика от Марка Томаса – YouTube.

16. Грин Уильям. Эконометрический анализ. Книга 1 / Уильям Грин; пер. с англ.; под науч. ред. С.С. Синельникова и М.Ю. Турунцевой. – М.: Изд. дом «Дело». РАНХиГС, 2016. – 760 с.

17. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Том 1. Теория вероятностей и прикладная статистика / С. Айвазян, В. Мхитарян // Учебник для вузов: В 2 т. – 2-е изд., испр. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.

18. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Том 2. Основы эконометрики / С.А. Айвазян // Учебник для вузов: В 2 т. – 2-е изд., испр. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 432 с.

19. Вербик М. Путеводитель по современной эконометрике / М. Вебрик. – М.: Научная книга, 2008. — 616 с.

20. Доугерти К. Введение в эконометрику / К. Доугерти. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 465 с.

ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ

```
unit Unit1;
```

```
interface
```

```
    uses Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,  
    Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, Buttons;
```

```
type
```

```
    TForm1 = class(TForm)
```

```
        Label1: TLabel;
```

```
        Label2: TLabel;
```

```
        Label3: TLabel;
```

```
        Label4: TLabel;
```

```
        BitBtn1: TBitBtn;
```

```
        Label5: TLabel;
```

```
        procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
```

```
    private
```

```
    public
```

```
end;
```

```
var
```

```
    Form1: TForm1;
```

```
implementation
```

```
uses Unit2, Unit3;
```

```
{ $R *.dfm }
```

```
procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
    Form3.Show;
```

```
    Form1.Hide;
```

```
end;
```

```
end.
```

```
unit Unit3;
```

```
interface
```

```

    uses    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
Graphics,  Controls,  Forms,   Dialogs,   StdCtrls,   Buttons,
Grids, ExtCtrls;

```

```

type

```

```

    TForm3 = class(TForm)
        StringGrid1: TStringGrid;
        BitBtn1: TBitBtn;
        Label3: TLabel;
        Image1: TImage;
        Label4: TLabel;
        Label5: TLabel;
        Label6: TLabel;
        Label7: TLabel;
        Label8: TLabel;
        Label9: TLabel;
        Label10: TLabel;
        Label11: TLabel;
        Label12: TLabel;
        Label13: TLabel;
        BitBtn2: TBitBtn;
        Label14: TLabel;
        Image2: TImage;
        Image3: TImage;
        Image4: TImage;
        Image5: TImage;
        Label11: TLabel;
        Image6: TImage;
        Image7: TImage;
        Image8: TImage;
        Image9: TImage;
        Label2: TLabel;
        Image10: TImage;
        Label15: TLabel;
        Label16: TLabel;
        Label17: TLabel;
        Label18: TLabel;
        Label19: TLabel;
        Image11: TImage;
        Image12: TImage;
        Image13: TImage;
        Image14: TImage;
        Image15: TImage;
        Label20: TLabel;
        Image16: TImage;

```



```

        procedure FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
        procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
        procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
        procedure FormShow(Sender: TObject);
        procedure FormCreate(Sender: TObject);
    private
    public
    end;

var
    Form3: TForm3;

var
    // глобальні масиви
    x1:array of real;
    x2:array of real;
    y:array of real;

    n:integer; // кількість даних

    x1_p,x2_p:real; // дані для прогнозу

const
    k=3;

implementation

uses Math, Unit1, Unit2, Unit4, Unit5, Unit6;

{$R *.dfm}

procedure TForm3.FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
    begin
        Form1.Close;
    end;

procedure TForm3.FormShow(Sender: TObject);
    begin
        // шапка Form2
        with Form2 do
            begin
                StringGrid1.Cells[0,0]:='№';

```

```

        StringGrid1.Cells[1,0] := 'X1';
        StringGrid1.Cells[2,0] := 'X2';
        StringGrid1.Cells[3,0] := 'Y';
    end;

    // шапка Form3
    with Form3 do
    begin
        StringGrid1.Cells[0,0] := '№';
        StringGrid1.Cells[1,0] := 'X1';
        StringGrid1.Cells[2,0] := 'X2';
        StringGrid1.Cells[3,0] := 'Y';
    end;

    // шапка Form4
    with Form4 do
    begin
        StringGrid1.Cells[0,0] := '№';
        StringGrid1.Cells[1,0] := 'X1';
        StringGrid1.Cells[2,0] := 'X2';
        StringGrid1.Cells[3,0] := 'Y';
    end;

    // шапка Form5
    with Form5 do
    begin
        StringGrid1.Cells[0,0] := '№';
        StringGrid1.Cells[1,0] := 'X1';
        StringGrid1.Cells[2,0] := 'X2';
        StringGrid1.Cells[3,0] := 'Y';
    end;

    // шапка Form6
    with Form6 do
    begin
        StringGrid1.Cells[0,0] := '№';
        StringGrid1.Cells[1,0] := 'Y=y1';
        StringGrid1.Cells[2,0] := 'X1';
        StringGrid1.Cells[3,0] := 'X2';
    end;
end;
// Кнопка "Зчитати з файлу"

procedure TForm3.BitBtn1Click(Sender: TObject);

```

```

var
  f:textfile;
  i:integer;
begin
  assignfile(f,'Data.txt');

  reset(f); // відкриття файлу

  // зчитуємо з файлу
  readln(f,n); // кількість спостережень

  SetLength(x1, n);
  for i:=0 to n-1 do
    readln(f,x1[i]);

  SetLength(x2, n);
  for i:=0 to n-1 do
    readln(f,x2[i]);

  SetLength(y, n);
  for i:=0 to n-1 do
    readln(f,y[i]);

  // вивід у таблицю на екран
  Form2.StringGrid1.RowCount:=n+2;
  Form3.StringGrid1.RowCount:=n+3;
  Form4.StringGrid1.RowCount:=n+2;
  Form5.StringGrid1.RowCount:=n+3;
  Form6.StringGrid1.RowCount:=n+2;

  for i:=1 to n do
  begin
    with Form2 do
    begin
      StringGrid1.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i);
      StringGrid1.Cells[1,i+1]:=FloatToStr(x1[i-1]);
      StringGrid1.Cells[2,i+1]:=FloatToStr(x2[i-1]);
      StringGrid1.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(y[i-1]);
    end;

    with Form3 do
    begin
      StringGrid1.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i);
      StringGrid1.Cells[1,i+1]:=FloatToStr(x1[i-1]);
      StringGrid1.Cells[2,i+1]:=FloatToStr(x2[i-1]);

```

```

        StringGrid1.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(y[i-1]);
    end;

    with Form4 do
    begin
        StringGrid1.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i);
        StringGrid1.Cells[1,i+1]:=FloatToStr(x1[i-1]);
        StringGrid1.Cells[2,i+1]:=FloatToStr(x2[i-1]);
        StringGrid1.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(y[i-1]);
    end;

    with Form5 do
    begin
        StringGrid1.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i);
        StringGrid1.Cells[1,i+1]:=FloatToStr(x1[i-1]);
        StringGrid1.Cells[2,i+1]:=FloatToStr(x2[i-1]);
        StringGrid1.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(y[i-1]);
    end;

    with Form6 do
    begin
        StringGrid1.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i);
        StringGrid1.Cells[1,i+1]:=FloatToStr(y[0]);
        StringGrid1.Cells[3,i+1]:=FloatToStr(x2[i-1]);
    end;
end;

readln(f,x1_p,x2_p); // дані для проогнозу

Form3.StringGrid1.Cells[0,n+2]:='Прогноз';
Form3.StringGrid1.Cells[1,n+2]:=FloatToStr(x1_p);
Form3.StringGrid1.Cells[2,n+2]:=FloatToStr(x2_p);

Form2.StringGrid1.ColWidths[0]:=30;
Form3.StringGrid1.ColWidths[0]:=75;
Form4.StringGrid1.ColWidths[0]:=30;

closefile(f); // закриття файлу

Form3.BitBtn1.Enabled:=false;
Form3.BitBtn2.Enabled:=true; // кнопка "Розрахунки"
Form3.BitBtn2.SetFocus;
end;
// критерій Фішера - табличне значення
// для k=3, p=0.95

```

```
// n від 4 до 30
```

```
function F_table (n: integer): real;
```

```
begin
```

```
    if n=4 then result:=199.50000;
```

```
    if n=5 then result:=19.0000;
```

```
    if n=6 then result:=9.55209;
```

```
    if n=7 then result:=6.94427;
```

```
    if n=8 then result:=5.78614;
```

```
    if n=9 then result:=5.14325;
```

```
    if n=10 then result:=4.73741;
```

```
    if n=11 then result:=4.45897;
```

```
    if n=12 then result:=4.25649;
```

```
    if n=13 then result:=4.10282;
```

```
    if n=14 then result:=3.98230;
```

```
    if n=15 then result:=3.88529;
```

```
    if n=16 then result:=3.80557;
```

```
    if n=17 then result:=3.73889;
```

```
    if n=18 then result:=3.68232;
```

```
    if n=19 then result:=3.63372;
```

```
    if n=20 then result:=3.59153;
```

```
    if n=21 then result:=3.55456;
```

```
    if n=22 then result:=3.52189;
```

```
    if n=23 then result:=3.49283;
```

```
    if n=24 then result:=3.46680;
```

```
    if n=25 then result:=3.44336;
```

```
    if n=26 then result:=3.42213;
```

```
    if n=27 then result:=3.40283;
```

```
    if n=28 then result:=3.38519;
```

```
    if n=29 then result:=3.36902;
```

```
    if n=30 then result:=3.35413;
```

```
end;
```

```
// Кнопка "Розрахунки"
```

```
procedure TForm3.BitBtn2Click(Sender: TObject);
```

```
var
```

```
    i:integer; // лічильник
```

```
    Sum_1, Sum_2, Sum_3, Sum_4, Sum_5, Sum_6, Sum_7,  
Sum_8, Sum_9, Sum_10, Sum_11:real; // суми
```

```
    // визначники матриць
```

```

det_delta, det_delta0, det_delta1, det_delta2:real;

// коефіцієнти множинної регресії
a0, b0, b1, b2:real;
Sum_8_4, Sum_9_4:real; // суми
Ser_1, Ser_2, Ser_3, Ser_6:real; // середнє
R_2:real; // коефіцієнт детермінації

F_r:real; // розрахункове значення критерію Фішера
F_t:real; // табличне значення критерію Фішера

Y_p:real; // прогноз

// коефіцієнти ефективності
M1, M2:real; // середня продуктивність ресурсу
E1, E2:real; // гранична ефективність ресурсу
D1, D2:real; // еластичність ресурсу
D:real; // сумарна еластичність ресурсу
G1, G2:real; // міра ефективності ресурсу
H12:real; // гранична міра заміщення

b:real; // параметр для ізокванти
begin
    // кількість стовпців
    Form2.StringGrid1.ColCount:=12;

    // шапка
    // перший рядок
    with Form2 do
    begin
        StringGrid1.Cells[4,0]:='X`1=ln(X1)';
        StringGrid1.Cells[5,0]:='X`2=ln(X2)';
        StringGrid1.Cells[6,0]:='Y`=ln(Y)';
        StringGrid1.Cells[7,0]:='(X`1)^2';
        StringGrid1.Cells[8,0]:='(X`2)^2';
        StringGrid1.Cells[9,0]:='(X`1)*(X`2)';
        StringGrid1.Cells[10,0]:='(X`1)*(Y`)' ;
        StringGrid1.Cells[11,0]:='(X`2)*(Y`)' ;

        // другий рядок
        StringGrid1.Cells[1,1]:='1';
        StringGrid1.Cells[2,1]:='2';
        StringGrid1.Cells[3,1]:='3';
        StringGrid1.Cells[4,1]:='4';
        StringGrid1.Cells[5,1]:='5';
    end
end

```

```

        StringGrid1.Cells[6,1]:='6';
        StringGrid1.Cells[7,1]:='7';
        StringGrid1.Cells[8,1]:='8';
        StringGrid1.Cells[9,1]:='9';
        StringGrid1.Cells[10,1]:='10';
        StringGrid1.Cells[11,1]:='11';
    end;

    // ширина нових стовпців
    with Form2 do
    begin
        StringGrid1.ColWidths[4]:=100;
        StringGrid1.ColWidths[5]:=100;
        StringGrid1.ColWidths[6]:=80;
        StringGrid1.ColWidths[7]:=80;
        StringGrid1.ColWidths[8]:=80;
        StringGrid1.ColWidths[9]:=105;
        StringGrid1.ColWidths[10]:=95;
        StringGrid1.ColWidths[11]:=95;
    end;

    // розрахунки
    for i:=1 to n do
    begin
        with Form2 do
        begin
            StringGrid1.Cells[4,i+1]:=FloatToStrF(ln(x1[i-1]),ffFixed,5,2);
            StringGrid1.Cells[5,i+1]:=FloatToStrF(ln(x2[i-1]),ffFixed,5,2);
            StringGrid1.Cells[6,i+1]:=FloatToStrF(ln(y[i-1]),ffFixed,5,2);
            StringGrid1.Cells[7,i+1]:=FloatToStrF(ln(x1[i-1])*ln(x1[i-1]),ffFixed,5,2);
            StringGrid1.Cells[8,i+1]:=FloatToStrF(ln(x2[i-1])*ln(x2[i-1]),ffFixed,5,2);
            StringGrid1.Cells[9,i+1]:=FloatToStrF(ln(x1[i-1])*ln(x2[i-1]),ffFixed,5,2);
            StringGrid1.Cells[10,i+1]:=FloatToStrF(ln(x1[i-1])*ln(y[i-1]),ffFixed,5,2);
            StringGrid1.Cells[11,i+1]:=FloatToStrF(ln(x2[i-1])*ln(y[i-1]),ffFixed,5,2);
        end;
    end;
end;

```

```

// додавання рядка "Сума"
// кількість рядків
Form2.StringGrid1.RowCount:=n+3;

Form2.StringGrid1.Cells[0,n+2]:='Сума';
Form2.StringGrid1.ColWidths[0]:=50;

// Обчислення сум стовпців
Sum_1:=0;
Sum_2:=0;
Sum_3:=0;
Sum_4:=0;
Sum_5:=0;
Sum_6:=0;
Sum_7:=0;
Sum_8:=0;
Sum_9:=0;
Sum_10:=0;
Sum_11:=0;

for i:=1 to n do
begin
    Sum_1:=Sum_1+x1[i-1];
    Sum_2:=Sum_2+x2[i-1];
    Sum_3:=Sum_3+y[i-1];
    Sum_4:=Sum_4+ln(x1[i-1]);
    Sum_5:=Sum_5+ln(x2[i-1]);
    Sum_6:=Sum_6+ln(y[i-1]);
    Sum_7:=Sum_7+ln(x1[i-1])*ln(x1[i-1]);
    Sum_8:=Sum_8+ln(x2[i-1])*ln(x2[i-1]);
    Sum_9:=Sum_9+ln(x1[i-1])*ln(x2[i-1]);
    Sum_10:=Sum_10+ln(x1[i-1])*ln(y[i-1]);
    Sum_11:=Sum_11+ln(x2[i-1])*ln(y[i-1]);
end;

// вивід сум
with Form2 do
begin
    StringGrid1.Cells[4,n+2]:=FloatToStrF(Sum_4,
ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[5,n+2]:=FloatToStrF(Sum_5,
ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[6,n+2]:=FloatToStrF(Sum_6,

```



```

ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[7,n+2]:=FloatToStrF(Sum_7,
ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[8,n+2]:=FloatToStrF(Sum_8,
ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[9,n+2]:=FloatToStrF(Sum_9,
ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[10,n+2]:=FloatToStrF(Sum_10,
ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[11,n+2]:=FloatToStrF(Sum_11,
ffFixed, 5, 2);
    end;

    // формування матриці delta
    with Form2 do
    begin
        // перший рядок
        StringGrid2.Cells[0,0]:=FloatToStrF(n,    ffFixed, 5,
2);
        StringGrid2.Cells[1,0]:=FloatToStrF(Sum_4,    ffFixed,
5, 2);
        StringGrid2.Cells[2,0]:=FloatToStrF(Sum_5,    ffFixed,
5, 2);

        // другий рядок
        StringGrid2.Cells[0,1]:=FloatToStrF(Sum_4,    ffFixed,
5, 2);
        StringGrid2.Cells[1,1]:=FloatToStrF(Sum_7,    ffFixed,
5, 2);
        StringGrid2.Cells[2,1]:=FloatToStrF(Sum_9,    ffFixed,
5, 2);

        // третій рядок
        StringGrid2.Cells[0,2]:=FloatToStrF(Sum_5,    ffFixed,
5, 2);
        StringGrid2.Cells[1,2]:=FloatToStrF(Sum_9,    ffFixed,
5, 2);
        StringGrid2.Cells[2,2]:=FloatToStrF(Sum_8,    ffFixed,
5, 2);
    end;

    // визначник матриці delta
    det_delta:=    n*Sum_7*Sum_8    +    Sum_4*Sum_9*Sum_5    +
Sum_5*Sum_4*Sum_9    -    Sum_5*Sum_7*Sum_5    -    n*Sum_9*Sum_9-
Sum_4*Sum_4*Sum_8;

```

```

// вивід визначника матриці delta
Form2.Edit1.Text:=FloatToStrF(det_delta,  ffFixed,  5,
2);

// формування матриці delta0
with Form2 do
begin
    // перший рядок
    StringGrid3.Cells[0,0]:=FloatToStrF(Sum_6,  ffFixed,
5, 2);
    StringGrid3.Cells[1,0]:=FloatToStrF(Sum_4,  ffFixed,
5, 2);
    StringGrid3.Cells[2,0]:=FloatToStrF(Sum_5,  ffFixed,
5, 2);

    // другий рядок
    StringGrid3.Cells[0,1]:=FloatToStrF(Sum_10, ffFixed,
5, 2);
    StringGrid3.Cells[1,1]:=FloatToStrF(Sum_7,  ffFixed,
5, 2);
    StringGrid3.Cells[2,1]:=FloatToStrF(Sum_9,  ffFixed,
5, 2);

    // третій рядок
    StringGrid3.Cells[0,2]:=FloatToStrF(Sum_11, ffFixed,
5, 2);
    StringGrid3.Cells[1,2]:=FloatToStrF(Sum_9,  ffFixed,
5, 2);
    StringGrid3.Cells[2,2]:=FloatToStrF(Sum_8,  ffFixed,
5, 2);
end;

// визначник матриці delta0
det_delta0:= Sum_6*Sum_7*Sum_8 + Sum_10*Sum_9*Sum_5 +
Sum_11*Sum_4*Sum_9 - Sum_11*Sum_7*Sum_5 - Sum_6*Sum_9*Sum_9
- Sum_10*Sum_4*Sum_8;

// вивід визначника матриці delta0
Form2.Edit2.Text:=FloatToStrF(det_delta0,  ffFixed,  5,
2);

// формування матриці delta1
with Form2 do

```

```

begin
    // перший рядок
    StringGrid4.Cells[0,0]:=FloatToStrF(n,    ffFixed,    5,
2);
    StringGrid4.Cells[1,0]:=FloatToStrF(Sum_6,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid4.Cells[2,0]:=FloatToStrF(Sum_5,    ffFixed,
5, 2);

    // другий рядок
    StringGrid4.Cells[0,1]:=FloatToStrF(Sum_4,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid4.Cells[1,1]:=FloatToStrF(Sum_10,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid4.Cells[2,1]:=FloatToStrF(Sum_9,    ffFixed,
5, 2);

    // третій рядок
    StringGrid4.Cells[0,2]:=FloatToStrF(Sum_5,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid4.Cells[1,2]:=FloatToStrF(Sum_11,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid4.Cells[2,2]:=FloatToStrF(Sum_8,    ffFixed,
5, 2);
end;

    // визначник матриці delta1
    det_delta1:=  n*Sum_10*Sum_8  +  Sum_4*Sum_11*Sum_5  +
Sum_5*Sum_6*Sum_9  -  Sum_5*Sum_10*Sum_5  -  n*Sum_11*Sum_9  -
Sum_4*Sum_6*Sum_8;

    // вивід визначника матриці delta1
    Form2.Edit3.Text:=FloatToStrF(det_delta1,    ffFixed,    5,
2);

    // формування матриці delta2
    with Form2 do
    begin
        // перший рядок
        StringGrid5.Cells[0,0]:=FloatToStrF(n,    ffFixed,    5,
2);
        StringGrid5.Cells[1,0]:=FloatToStrF(Sum_4,    ffFixed,
5, 2);
        StringGrid5.Cells[2,0]:=FloatToStrF(Sum_6,    ffFixed,

```

```

5, 2);

    // другий рядок
    StringGrid5.Cells[0,1]:=FloatToStrF(Sum_4,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid5.Cells[1,1]:=FloatToStrF(Sum_7,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid5.Cells[2,1]:=FloatToStrF(Sum_10,   ffFixed,
5, 2);

    // третій рядок
    StringGrid5.Cells[0,2]:=FloatToStrF(Sum_5,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid5.Cells[1,2]:=FloatToStrF(Sum_9,    ffFixed,
5, 2);
    StringGrid5.Cells[2,2]:=FloatToStrF(Sum_11,   ffFixed,
5, 2);
    end;

    // визначник матриці delta2
    det_delta2:=  n*Sum_7*Sum_11  +  Sum_4*Sum_9*Sum_6  +
Sum_5*Sum_4*Sum_10  -  Sum_5*Sum_7*Sum_6  -  n*Sum_9*Sum_10  -
Sum_4*Sum_4*Sum_11;

    // вивід визначника матриці delta2
    Form2.Edit4.Text:=FloatToStrF(det_delta2,   ffFixed,   5,
2);

    // обчислення коефіцієнтів множинної регресії
    b0:=det_delta0/det_delta;
    b1:=det_delta1/det_delta;
    b2:=det_delta2/det_delta;

    // вивід
    Form2.Edit5.Text:=FloatToStrF(b0,ffFixed,5,2);
    Form2.Edit6.Text:=FloatToStrF(b1,ffFixed,5,2);
    Form2.Edit7.Text:=FloatToStrF(b2,ffFixed,5,2);

    if b1>=0 then
        Form2.Label13.Caption:= ' = ' + FloatToStrF (b0,
ffFixed, 5, 2) + ' + ' + FloatToStrF (b1, ffFixed, 5, 2)
    else
        Form2.Label13.Caption:= ' = ' + FloatToStrF (b0,
ffFixed, 5, 2) + ' - ' + FloatToStrF(-b1, ffFixed, 5, 2);

```

```

    if b2>=0 then
        Form2.Label14.Caption:= ' + ' + FloatToStrF (b2,
ffFixed, 5, 2)
    else
        Form2.Label14.Caption:= ' - ' + FloatToStrF (-b2,
ffFixed, 5, 2);

    // Обчислення коефіцієнта детермінації R2

    // перший рядок
    with Form4 do
    begin
        StringGrid1.ColCount:=11; // кількість стовпців

        StringGrid1.Cells[4,0]:='X`1=ln(X1)';
        StringGrid1.Cells[5,0]:='X`2=ln(X2)';
        StringGrid1.Cells[6,0]:='Y`=ln(Y)';
        StringGrid1.Cells[7,0]:='Y`прог';
        StringGrid1.Cells[8,0]:='(Y`прог-Y`сер)^2';
        StringGrid1.Cells[9,0]:='(Y`-Y`сер)^2';
        StringGrid1.Cells[10,0]:='Yпрог';

        // другий рядок
        StringGrid1.Cells[1,1]:='1';
        StringGrid1.Cells[2,1]:='2';
        StringGrid1.Cells[3,1]:='3';
        StringGrid1.Cells[4,1]:='4';
        StringGrid1.Cells[5,1]:='5';
        StringGrid1.Cells[6,1]:='6';
        StringGrid1.Cells[7,1]:='7';
        StringGrid1.Cells[8,1]:='8';
        StringGrid1.Cells[9,1]:='9';
        StringGrid1.Cells[10,1]:='10';

        // ширина
        StringGrid1.ColWidths[4]:=100;
        StringGrid1.ColWidths[5]:=100;
        StringGrid1.ColWidths[6]:=80;
        StringGrid1.ColWidths[7]:=65;
        StringGrid1.ColWidths[8]:=160;
        StringGrid1.ColWidths[9]:=125;
        StringGrid1.ColWidths[10]:=65;
    end;

    // Додавання рядків "Сума", "Середнє", "Прогноз"

```

```

// кількість рядків
Form4.StringGrid1.RowCount:=n+5;
Form4.StringGrid1.Cells[0,n+2]:='Сума';
Form4.StringGrid1.Cells[0,n+3]:='Середнє';
Form4.StringGrid1.Cells[0,n+4]:='Прогноз';
Form4.StringGrid1.ColWidths[0]:=75;

Form5.StringGrid1.Cells[0,n+2]:='Середнє';
Form5.StringGrid1.ColWidths[0]:=75;

// вивід середнього
Ser_6:=Sum_6/n;
with Form4 do
begin
    StringGrid1.Cells[6, n+3] := FloatToStrF (Ser_6,
ffFixed, 5, 2);
end;

Ser_1:=Sum_1/n;
Ser_2:=Sum_2/n;
Ser_3:=Sum_3/n;
with Form5 do
begin
    StringGrid1.Cells[1,n+2]:=FloatToStrF(Ser_1,
ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[2,n+2]:=FloatToStrF(Ser_2,
ffFixed, 5, 2);
    StringGrid1.Cells[3,n+2]:=FloatToStrF(Ser_3,
ffFixed, 5, 2);
end;

// розрахунки
for i:=1 to n do
begin
    with Form4 do
    begin
        StringGrid1.Cells[4,i+1]:=      FloatToStrF(ln(x1[i-
1]), ffFixed, 5, 2);
        StringGrid1.Cells[5,i+1]:=      FloatToStrF(ln(x2[i-
1]), ffFixed, 5, 2);
        StringGrid1.Cells[6,i+1]:=      FloatToStrF(ln(y[i-
1]), ffFixed, 5, 2);
        StringGrid1.Cells[7,i+1]:=      FloatToStrF      (b0      +
b1*ln(x1[i-1]) + b2*ln(x2[i-1]), ffFixed, 5, 2);
        StringGrid1.Cells[8,i+1]:=FloatToStrF(power(b0+

```

```

b1*ln(x1[i-1]) + b2*ln(x2[i-1])-Ser_6, 2), ffFixed, 5,4);
    StringGrid1.Cells[9, i+1] := FloatToStrF (power
(ln(y[i-1]) - Ser_6, 2),ffFixed,5,4);
    end;
end;

// обчислення сум стовпців
Sum_8_4:=0;
Sum_9_4:=0;

for i:=1 to n do
begin
    Sum_8_4:= Sum_8_4 + power((b0 + b1*ln(x1[i-1]))+
b2*ln(x2[i-1]) - Ser_6),2);
    Sum_9_4:=Sum_9_4+power(ln(y[i-1])-Ser_6,2);
end;

// вивід сум
with Form4 do
begin
    StringGrid1.Cells[8,n+2]:=FloatToStrF(Sum_8_4,
ffFixed, 5, 4);
    StringGrid1.Cells[9,n+2]:=FloatToStrF(Sum_9_4,
ffFixed, 5, 4);
end;

// шукаємо коефіцієнт детермінації
R_2:=Sum_8_4/ Sum_9_4;
Form4.Edit1.Text:=FloatToStrF(R_2,ffFixed,5,5);

// шукаємо розрахункове значення критерію Фішера
F_r:=(R_2/(k-1))/((1-R_2)/(n-k));
Form4.Edit2.Text:=FloatToStrF(F_r,ffFixed,5,2);

// шукаємо табличне значення критерію Фішера
F_t:=F_table(n);
Form4.Edit3.Text:=FloatToStrF(F_t,ffFixed,5,2);

// Висновок про перевірку якості моделі
Form4.Label7.Caption:='1). Оскільки, коефіцієнт
детермінації = ' + FloatToStrF(R_2,ffFixed,5,5) + ', то ' +
FloatToStrF(R_2*100, ffFixed, 5, 3) + '% вихідних даних
підпорядковуються обраній моделі.';

Form4.Label7.Width:=600;

```

```

    if (F_r>=F_t) then // модель достовірна
    begin
        Form4.Label7.Caption:= Form4.Label7.Caption + #13 +
'2). Оскільки, Фрозр = ' + FloatToStrF(F_r, ffFixed, 5, 2) +
' > Фтабл = ' + FloatToStrF(F_t, ffFixed, 5, 2) + ', то
отримана модель достовірна з ймовірністю 0,95.'
    end;

    if (F_r=F_t) then // модель достовірна
    begin
        Form4.Label7.Caption:= Form4.Label7.Caption + #13 +
'2). Оскільки, Фрозр = ' + FloatToStrF(F_r, ffFixed, 5, 2) +
' = Фтабл = ' + FloatToStrF(F_t, ffFixed, 5, 2) + ', то
отримана модель достовірна з ймовірністю 0,95.'
    end;

    if (F_r<F_t) then // модель недостовірна
    begin
        Form4.Label7.Caption:= Form4.Label7.Caption + #13 +
'2). Оскільки, Фрозр = ' + FloatToStrF(F_r, ffFixed, 5, 2)
+' < Фтабл = ' + FloatToStrF(F_t, ffFixed, 5, 2) + ', то
отримана модель не достовірна з ймовірністю 0,95.'
    end;

    // повертаємось до регресії Кобба-Дугласа
    a0:=exp(b0);
    Form4.Edit4.Text:=FloatToStrF(a0,ffFixed,5,2);
    Form4.Label11.Caption := 'Y = ' + FloatToStrF (a0,
ffFixed, 5, 2);
    Form4.Label9.Caption:=FloatToStrF(b1,ffFixed,5,2);
    Form4.Label10.Caption:=FloatToStrF(b2,ffFixed,5,2);

    // прогноз
    Y_p:=a0*power(x1_p,b1)*power(x2_p,b2);

    // стовпчик з прогнозованими Y
    for i:=1 to n do
        Form4.StringGrid1.Cells[10,i+1] := FloatToStrF
(a0*power(x1[i-1],b1)*power(x2[i-1],b2),ffFixed,5,2);

    // рядок "Прогноз"
    Form4.StringGrid1.Cells[1,n+4]:=FloatToStrF(x1_p,
ffFixed, 5, 1);
    Form4.StringGrid1.Cells[2,n+4]:=FloatToStrF(x2_p,

```



```

ffFixed, 5, 1);
    Form4.StringGrid1.Cells[10,n+4]:=FloatToStrF(Y_p,
ffFixed, 5, 2);

    Form4.Label7.Caption := Form4.Label7.Caption + #13
+'3). Підставивши отримані значення у формулу отриманої
регресії, знайдемо середнє значення прогнозу: ' +
FloatToStrF(Y_p, ffFixed, 5, 2) + '.';

    Form4.Label7.Width:=600;

    // шукаємо коефіцієнти ефективності

    // середня продуктивність ресурсу
    // M1 - середня продуктивність працезатрат
    // M2 - середня продуктивність виробничих фондів
    M1:=Ser_3/Ser_1;
    M2:=Ser_3/Ser_2;

    Form5.Edit1.Text:=FloatToStrF(M1,ffFixed,5,3);
    Form5.Edit2.Text:=FloatToStrF(M2,ffFixed,5,3);

    // гранична ефективність ресурсу
    // E1 - гранична ефективність працезатрат
    // E2 - гранична ефективність виробничих фондів
    E1:=b1;
    E2:=b2;

    Form5.Edit3.Text:=FloatToStrF(E1,ffFixed,5,3);
    Form5.Edit4.Text:=FloatToStrF(E2,ffFixed,5,3);

    // еластичність ресурсу
    // D1 - еластичність працезатрат
    // D2 - еластичність виробничих фондів
    D1:=E1/M1;
    D2:=E2/M2;

    Form5.Edit5.Text:=FloatToStrF(D1,ffFixed,5,3);
    Form5.Edit6.Text:=FloatToStrF(D2,ffFixed,5,3);

    // сумарна еластичність ресурсу D
    D:=D1+D2;
    Form5.Edit7.Text:=FloatToStrF(D,ffFixed,5,3);

    // міра ефективності ресурсу

```

```
// G1 - міра ефективності працезатрат
// G2 - міра ефективності виробничих фондів
G1:=E1/Ser_1;
G2:=E2/Ser_2;
```

```
Form5.Edit8.Text:=FloatToStrF(G1,ffFixed,5,3);
Form5.Edit9.Text:=FloatToStrF(G2,ffFixed,5,3);
```

```
//  $H_{12} = -E_1/E_2$ 
H12:=-E1/E2;
Form5.Edit10.Text:=FloatToStrF(H12,ffFixed,5,3);
```

```
// ВИСНОВКИ
Form5.Label27.Width:=470;
```

Form5.Label27.Caption:= '1). На 1 у.о. виробленої продукції приходитьс' + FloatToStrF (M1, ffFixed, 5, 3) + ' у.о. працезатрат і ' + FloatToStrF (M2, ffFixed, 5, 3) + ' у.о. виробничих фондів.';

Form5.Label27.Caption:=Form5.Label27.Caption + #13 + '2). Якщо працезатрати зростуть на 1 у.о., то обсяг виробленої продукції зросте на ' + FloatToStrF (E1, ffFixed, 5, 3) + ' у.о. і, якщо виробничі фонди зростуть на 1 у.о., то обсяг виробленої продукції зросте на ' + FloatToStrF (E2, ffFixed, 5, 3) + ' у.о.';

Form5.Label27.Caption:=Form5.Label27.Caption + #13 + '3). Якщо працезатрати зростуть на 1%, то обсяг випущеної продукції зросте на ' + FloatToStrF (D1, ffFixed, 5, 3) + '%, якщо виробничі фонди зростуть 1%, то обсяг випущеної продукції зросте на ' + FloatToStrF (D2, ffFixed, 5, 3) + '%.';

Form5.Label27.Caption:=Form5.Label27.Caption + #13 + '4). Обсяг випущеної продукції збільшиться на ' + FloatToStrF (D, ffFixed, 5, 3) + '%, якщо працезатрати та виробничі фонди зростуть одночасно на 1%.';

Form5.Label27.Caption:=Form5.Label27.Caption + #13 + '5). ' + FloatToStrF (G1, ffFixed, 5, 3) + ' у.о. додаткової продукції, що виготовляється додатковим ресурсом працезатрат в 1 у.о., приходитьс' + FloatToStrF (G2, ffFixed, 5, 3) + ' у.о. додаткової продукції, що виготовляється додатковими виробничими фондами, приходитьс'

```
на 1 у.о. виробничих фондів.';
    Form5.Label27.Caption:=Form5.Label27.Caption + #13 +
'6). На ' + FloatToStrF (-H12, ffFixed, 5, 3) + ' у.о.
потрібно збільшити середню ефективність працездат, щоб
компенсувати зменшення середньої ефективності виробничих
фондів на 1 у.о. за умови, що обсяг продукції не
зміниться.';
```

```
Form5.Label27.Width:=470;
```

```
// ізокванта
```

```
Form6.Edit1.Text:=FloatToStrF(y[0], ffFixed, 5, 1);
```

```
b:=x1[0]*power(x2[0], b2/b1);
```

```
Form6.Edit2.Text:=FloatToStrF(b, ffFixed, 10, 3);
```

```
// стовпчик  $X1i = b / (X2i^{(a2/a1)})$ 
```

```
for i:=1 to n do
```

```
begin
```

```
    Form6.StringGrid1.Cells[2, i+1]:=FloatToStrF
(b/power(x2[i-1], b2/b1), ffFixed, 5, 2);
```

```
end;
```

```
for i:=1 to n do
```

```
    Form6.Chart1.Series[0].AddXY(b/power(x2[i-1],
b2/b1), x2[i-1]);
```

```
Form2.BitBtn3.Enabled:=true; // кнопка "далі"
```

```
Form2.Show;
```

```
Form3.Hide;
```

```
end;
```

```
end.
```

```
unit Unit2;
```

```
interface
```

```
    uses Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, Buttons,
Grids, ExtCtrls;
```

```
type
```

```
    TForm2 = class(TForm)
```

```
        StringGrid1: TStringGrid;
```

```

Label1: TLabel;
Edit1: TEdit;
Bevel1: TBevel;
Bevel2: TBevel;
StringGrid2: TStringGrid;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Edit2: TEdit;
Bevel3: TBevel;
Bevel4: TBevel;
StringGrid3: TStringGrid;
Label4: TLabel;
Label5: TLabel;
Edit3: TEdit;
Bevel5: TBevel;
Bevel6: TBevel;
StringGrid4: TStringGrid;
Label6: TLabel;
Label7: TLabel;
Bevel7: TBevel;
Bevel8: TBevel;
Label8: TLabel;
Edit4: TEdit;
StringGrid5: TStringGrid;
BitBtn3: TBitBtn;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Edit5: TEdit;
Edit6: TEdit;
Edit7: TEdit;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Image1: TImage;
Image2: TImage;
Image3: TImage;
Label14: TLabel;
BitBtn1: TBitBtn;
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
private
public

```

```

    end;

var
    Form2: TForm2;

implementation

uses Unit1, Unit3, Unit4;

{$R *.dfm}

procedure TForm2.FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
begin
    Form1.Close;
end;

// Кнопка "Розрахунки"
procedure TForm2.BitBtn3Click(Sender: TObject);
begin
    Form4.Show;
    Form2.Hide;
end;

procedure TForm2.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
    Form3.Show;
    Form2.Hide;
end;

end.

unit Unit4;

interface

    uses Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
    Graphics, Controls, Forms, Dialogs, Grids, StdCtrls,
    Buttons, ExtCtrls;

    type
        TForm4 = class(TForm)
            StringGrid1: TStringGrid;

```

```

    BitBtn3: TBitBtn;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Image3: TImage;
    Edit1: TEdit;
    Label3: TLabel;
    Image1: TImage;
    Label4: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Image2: TImage;
    Label5: TLabel;
    Edit3: TEdit;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Image4: TImage;
    Image5: TImage;
    Label8: TLabel;
    Edit4: TEdit;
    Label12: TLabel;
    Image12: TImage;
    Image13: TImage;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    BitBtn1: TBitBtn;
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
    procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
private
public
end;

var
    Form4: TForm4;

implementation

uses Unit1, Unit5, Unit2;

{$R *.dfm}

procedure TForm4.FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);

```

```
begin
    Form1.Close;
end;
```

```
procedure TForm4.BitBtn3Click(Sender: TObject);
begin
    Form5.Show;
    Form4.Hide;
end;
```

```
procedure TForm4.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
    Form4.Hide;
    Form2.Show;
end;

end.
```

```
unit Unit5;
```

```
interface
```

```
    uses Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
Graphics, Controls, Forms, Dialogs, Grids, StdCtrls,
ExtCtrls, Buttons;
```

```
type
```

```
    TForm5 = class(TForm)
        StringGrid1: TStringGrid;
        Label1: TLabel;
        Label2: TLabel;
        Image1: TImage;
        Image2: TImage;
        Label3: TLabel;
        Edit1: TEdit;
        Image3: TImage;
        Label4: TLabel;
        Edit2: TEdit;
        Label5: TLabel;
        Label6: TLabel;
        Label7: TLabel;
        Image4: TImage;
```

```

Image5: TImage;
Label8: TLabel;
Edit3: TEdit;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Edit4: TEdit;
Label11: TLabel;
Image6: TImage;
Label12: TLabel;
Image7: TImage;
Image8: TImage;
Label13: TLabel;
Edit5: TEdit;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
Edit6: TEdit;
Label16: TLabel;
Image9: TImage;
Label17: TLabel;
Image10: TImage;
Image11: TImage;
Label18: TLabel;
Edit7: TEdit;
Label19: TLabel;
Image12: TImage;
Image13: TImage;
Label20: TLabel;
Edit8: TEdit;
Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
Edit9: TEdit;
Label23: TLabel;
Image14: TImage;
BitBtn3: TBitBtn;
Label24: TLabel;
Image15: TImage;
Image16: TImage;
Label25: TLabel;
Edit10: TEdit;
Label26: TLabel;
Label27: TLabel;
BitBtn1: TBitBtn;
procedure FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);

```



```

        procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    private
    public
    end;

```

```

var
    Form5: TForm5;

```

```

implementation

```

```

uses Unit1, Unit6, Unit4;

```

```

{$R *.dfm}

```

```

procedure TForm5.FormClose(Sender: TObject; var Action:  

TCloseAction);

```

```

begin
    Form1.Close;
end;

```

```

procedure TForm5.BitBtn3Click(Sender: TObject);

```

```

begin
    Form6.Show;
    Form5.Hide;
end;

```

```

procedure TForm5.BitBtn1Click(Sender: TObject);

```

```

begin
    Form5.Hide;
    Form4.Show;
end;

```

```

end.

```

```

unit Unit6;

```

```

interface

```

```

    uses Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, Grids,
ExtCtrls, TeEngine, Series, TeeProcs, Chart, Buttons;

```

```

type
  TForm6 = class(TForm)
    StringGrid1: TStringGrid;
    Label1: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Image13: TImage;
    Label20: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Chart1: TChart;
    Series1: TLineSeries;
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn2: TBitBtn;
    Label2: TLabel;
    Image1: TImage;
    Image2: TImage;
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
  private
  public
  end;

var
  Form6: TForm6;

implementation

uses Unit1, Unit5;

{$R *.dfm}

procedure TForm6.FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
begin
  Form1.Close;
end;
procedure TForm6.BitBtn2Click(Sender: TObject);
begin
  Form1.Close;
end;

procedure TForm6.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin

```

```
    Form6.Hide;  
    Form5.Show;  
end;  
  
end.
```